



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.



H a n d b u c h
der
Glasfabrikation
nach allen
ihren Haupt- und Nebenzweigen.

Fünfte Auflage.

von Leng-Graegers Handbuch der Glasfabrikation

in gänztlicher Neubearbeitung herausgegeben

von

Dr. E. Tscheuschner,

Ingenieur und Besitzer der Dürrenbacher Hütte bei Weimar.

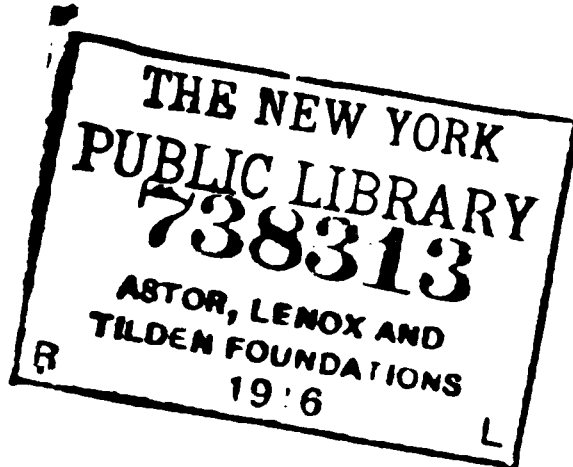
Mit einem Atlas

von 34 Foliotafeln, enthaltend 421 Abbildungen.

Weimar, 1885.

Bernhard Friedrich Voigt.

E. W.



NOV 11 1916

dient, zum Verschlusse der Fensteröffnungen wenig oder gar keine Verwendung.

Die Zeit der Einführung des Fensterglases ist nicht genau zu ermitteln; die Fenster im alten Rom waren klein und gingen nicht auf die Strasse, sondern auf den Hof. Bei dem sonnenhellen Himmel und dem hochtemperierten Klima kam es nicht sowohl darauf an, durch grosse Oeffnungen in den Umfassungswänden dem Licht freien Eingang in das Innere der Gebäude zu bieten, als vielmehr dem Eindringen der Sonnenglut möglichst zu wehren. Die Oeffnungen selbst waren in der Regel offen, seltener durch Scheiben aus dünn geschliffenem Marmor, Glimmer und Marienglas geschlossen. Die in römischen Gräbern und Trümmerhaufen gefundenen, auch in Pompeji ausgegrabenen Scheibenfragmente deutete man früher lediglich als Reste mosaikartiger Wand- oder Fussbodenbekleidungen; indessen scheint es doch unzweifelhaft, dass auch die Römer schon des Glases zum Verschlusse der Fenster sich bedienten. In Pompeji soll sogar ein mattgeschliffenes Fenster*) entdeckt worden sein und auch Anfänge wirklicher Glasmalerei will man gefunden haben. Indessen ist Lactantius der erste, welcher am Ende des dritten Jahrhunderts mit Bestimmtheit des Fensterglases Erwähnung thut; dasselbe geschieht im 5. Jahrhundert durch den heiligen Hieronymus und 100 Jahre später beschreibt Paulus Silentiarius die mit Glasscheiben versehenen Fenster der Hagia Sophia in Konstantinopel. Aber noch auf Jahrhunderte hinaus bleibt selbst für die Basilika das Glasfenster ein kaum zu erschwingender Luxus; es bestand dasselbe sehr häufig nur in Stein- oder Holztafeln, welche die Maueröffnungen abschlossen und deren mehrfache Durchbohrungen mit kleinen Glasstücken versehen wurden. Später tritt an die Stelle dieser Tafeln hölzernes Gitterwerk, welches im weiteren Fortschritte durch die Verbleiung verdrängt wurde.

Auf einer wie hohen Stufe der Vollkommenheit die Glasmacherkunst der Alten aber auch gestanden: die gewaltigen Stürme, welche infolge der finsternen Zeiten des Mittelalters einleitenden grossen Völkerbewegungen, den gesamten Occident erschütternd, alle Kultur hinwegjagten, liessen sie nach dem Untergange des weströmischen Reichs wieder zum rohen Handwerk herabsinken, dessen Erzeugnisse nur die gewöhnlichsten Bedürfnisse des alltäglichen Lebens zu befriedigen vermochten.

In Griechenland, welches in älterer Zeit eine verhältnismässig nur wenig entwickelte Glasindustrie besass, hob sich die letztere in bemerkenswerter Weise nach der Lostrennung vom römischen Westen, und der Untergang des letzteren liess jenes allmählich zu einer neuen Pflanzstätte der Kunst emporblühen, welche letztere sich hier unter orientalischem Einflusse in besonderer Eigenartigkeit entwickelte und erst mit dem erbleichenden Glanze des byzantinischen Reichs wieder dahinschwand.

Byzanz Nachfolgerin sollte Venedig werden, welches schon frühzeitig durch seine Glasfabrikation sich auszeichnete, die ihrerseits ursprünglich wohl auf römischen Traditionen beruhend, durch den regen

Franzosen, die längere Zeit auf Murano bei Venedig gearbeitet und die Fabrikation feiner Glassorten erlernt hatten, in ihr Vaterland zurückzukehren, um daselbst eine Spiegelfabrik anzulegen. Dies geschah im Jahr 1665. Die Arbeiter wählten hierzu Tour-la-Ville in der Nähe von Cherbourg, weil sie sowohl in den örtlichen Verhältnissen, wie auch in der Beschaffenheit des Bodens und der herrschenden Windrichtung die meiste Aehnlichkeit mit den gleichen Verhältnissen in Murano wahrgenommen zu haben glaubten. Indem sie auch alle zu Murano bestehenden Einrichtungen und das daselbst beobachtete Verfahren mit der ängstlichsten Genauigkeit nachahmten, wurde das Unternehmen mit dem günstigsten Erfolge gekrönt. Aber alle bisher in Frankreich, Deutschland, Venedig gefertigten Spiegel waren lediglich geschliffene und mit Metallfolien belegte geblasene Fensterscheiben und es war daher als ein eminenter Fortschritt anzusehen, als es dem an der Fabrik von Tour-la-Ville beteiligten Lucas de Nehou gelang die geschmolzene Glasmasse, gleich den flüssig gemachten Metallen, zu giessen. Er verband sich 1688 mit Abraham Thevart, der die finanziellen Mittel zu einem Unternehmen, der Etablierung einer Gussfabrik im Foubourg St. Antoine in Paris herbeischaffte, und infolgedessen später mit Unrecht als der Erfinder der Spiegelgiesserei genannt wird. Schon im ersten Jahre des Bestehens dieser Fabrik wurden Spiegel von 2,10 m Höhe und 1,20 m Breite angefertigt, die damals die allgemeinste Bewunderung erregten, während früher die grössten geblasenen Spiegel nur 1,10 m hoch und breit waren. Wegen der hohen Arbeitslöhne und des theuern Brennmaterials wurde später dieses Etablissement nach St. Gobain bei la Fère im Departement de l'Aisne verlegt, wo es noch gegenwärtig im Betriebe ist und ausgezeichnet schöne und grosse Spiegel liefert. Anfangs hatte man beim Giessen mit den grössten Schwierigkeiten zu kämpfen, die erst vollständig überwunden wurden, nachdem Pierre Deslandes im Jahre 1856 wesentliche Verbesserungen eingeführt hatte.

Wenige Jahre später, als in Frankreich, wurde auch in England die Spiegelfabrikation eingeführt, indem 1670 der Herzog v. Buckingham die ersten Spiegelbläser aus Venedig kommen und zu Lambeth eine Fabrik errichten liess, wo bereits im Jahre 1673 unter der speziellen Aufsicht des Herzogs die ersten Spiegel geblasen wurden. Die erste bedeutende englische Spiegelgiesserei entstand im Jahre 1773. Um diese Zeit trat, auf Grund eines königlichen Freiheitsbriefes, eine Gesellschaft angesehener Männer zu einer eigenen Genossenschaft zusammen und errichtete durch Zeichnung von 80 Stück Aktien à 500 Pfd. Sterl. zu Ravenhead bei Prescot in der Grafschaft Lancashire, eine grosse Spiegelfabrik, die noch jetzt schwunghaft betrieben wird und mit der von Gobain rivalisiert. Unter den Gründern dieses Etablissements soll sich auch ein alter britischer Admiral und Mäcen der Glasmacherkunst befunden haben, dessen Blut durch den abschläglichen Bescheid in Gobain, wo er als wissbegieriger Besuch erschien, dermassen in Wallung geriet, dass er zur Stelle schwur eine gleiche Anstalt auch in England ins Leben zu rufen; ein Schwur, den er wie eine auf der schützte sich erhaltene Tradition berichtet, auch männlich gehalten hat.

ren; gleichwohl ist die Bedeutung, die es damals hatte, sehr wesentlich verschieden, von derjenigen, die es im Verlauf der Zeiten nach und nach für die Gegenwart erlangt hat. Denn während die ältesten glasartigen Produkte in den meisten Fällen nichts anderes sind, als Nachahmungen gewisser kostbarer Mineralien, besonders von Edelnsteinen, die als Schmuck und Zierat dienten, gehört es heutzutage allen Schichten der menschlichen Gesellschaft an, und ist für das tägliche Leben, die Industrie und die Wissenschaft gleich unentbehrlich geworden.

Diese Volubilität innerhalb der Verhältnisse derjenigen Substanzen, die das eigentliche Glas bilden, hat, beiläufig bemerkt, offenbar dessen Entdeckung oder Erfindung sehr erleichtern müssen; indessen haben auch die Alten schon unzweifelhaft ihre Glassätze nach ziemlich feststehenden Regeln zu komponieren verstanden, wie die Resultate nachstehender Analysen, welche mit Rücksicht auf die variable Zusammensetzung der Rohmaterialien, in erstaunenswerter Weise übereinstimmen, unschwer erkennen lassen.



Es ist bereits oben gesagt worden, dass das Glas durch Vereinigung von Doppelsilikaten gebildet werde, und zwar in der Weise, dass wenn die Base des einen Silikats ein Alkali ist, die des andern eine Erde sein muss, die jedoch auch durch ein Metalloxyd vertreten werden kann, und, in einer gewissen Art von Gläsern, durch Bleioxyd vertreten wird.

Für gewöhnlich ist es Kalk, welcher als das Erdsilikat in die Zusammensetzung des Glases eingeht; doch finden sich neben demselben auch noch die Silikate von Bittererde, Thonerde, Eisenoxyd, Mangan- oxyd, Baryt und Strontian, und statt des Bleisilikats auch kiesel- saures Zinkoxyd. Die grösseren oder geringeren Mengen, die bald von diesem bald von jenem Silikate, bald zufällig, bald absichtlich vorhanden sind, üben auf die Eigenschaften des Glases, namentlich auf seine Härte, seine grössere oder geringere Schmelzbarkeit, seinen Glanz, seine grössere oder geringere Durchsichtigkeit und auf seine Färbung einen der Natur der vorhandenen Silikate entsprechenden Einfluss. Um daher we- niger mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit diesen Einfluss im Vor-

zellanofen nur eine teigige Beschaffenheit an. Die Verbindung $2MgOSiO_2$ (Olivin und Chrysolith) ist ganz unschmelzbar.

Aus den Eigenschaften der verschiedenen Bittererdesilikate darf man schliessen, dass die Bittererde die Kalkerde in der Glasfabrikation würde ersetzen können; ihre Schwerschmelzbarkeit aber, vermöge deren Gläser, welche selbst nur wenige Prozente Magnesia enthalten, nur schwierig zum Läutern zu bringen sind, verbietet ihre Anwendung und lässt sie, wo sie als zufällige Begleiterin des Kalkes (in dolomitischen Kalksteinen) dem Fabrikanten sich aufdrängt, wenig erwünscht erscheinen.

Kieselsaurer Baryt.

Der Baryt bildet, wie die meisten Basen, mit der Kieselsäure mehrere Verbindungen, die jedoch zur Zeit noch nicht genau untersucht sind; 1 Aequ. oder 2 Aequ. Baryt mit 3 Aequ. Kieselsäure zusammengeschmolzen, liefert porzellanartige geschmolzene Massen; während gleiche Aequivalente zu einem in Wasser löslichen Produkt zusammenschmelzen. Der kieselsaure Baryt erteilt dem Glase einen lebhaften Glanz und ein hohes spezifisches Gewicht, wodurch dasselbe ganz besonders für optische Zwecke geeignet wird. Auch vermehrt er in gewissem Grade die Schmelzbarkeit des Glases und hat in neuerer Zeit sogar bei der Erzeugung von Kristall und Halbkristall als Ersatz des Bleioxyds Verwendung gefunden. Nach Kirwan liefern:

80 Teile Kieselerde mit 20 Teilen Baryt bei 155° Wedgwood geschmolzen eine weisse zerreibliche Masse; 75 Teile Kieselerde mit 25 Teilen Baryt bei 150° eine harte, spröde an den Rändern geschmolzene Masse; 63 Teilen Kieselsäure mit 37 Teilen Baryt, eine harte, porösem Porzellan ähnliche Masse; gleiche Gewichtsteile von beiden Substanzen geben eine harte nicht geschmolzene Masse; 20 Teile Kieselsäure und 80 Teile Baryt bilden eine an den Rändern grünliche Masse, die das Mittel zwischen Porzellan und Emaille hält; 25 Teile Kieselsäure, 7 Teile Baryt geben eine geschmolzene, poröse porzellanähnliche Masse; 33 Teile Kieselsäure und 67 Teile Baryt ein poröses, zum Teil gelb-, zum Teil grünweisses Porzellan.

Kieselsaure Strontianerde.

Die Strontiansilikate verhalten sich überall den Barytsilikaten ähnlich; gleiche Teile Kieselsäure und Strontian, schmolzen zu einem bernsteingelben Glase zusammen; mit 3 Teilen Strontian bildete sich eine harte, zusammenhängende, klingende graue Masse, die weniger in Wasser, aber leicht in Salzsäure löslich war. Gleich dem Baryt erteilt der Strontian dem Glase einen lebhaften Glanz.

... fast denn auch in d
ichungen in der Zusammensetzung derselbe

Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	KO	NaO	Summa	Verhältnis SiO ₂ : CaO : $\left\{ \begin{matrix} NaO \\ KO \end{matrix} \right.$	Bemerkungen
14	70,42	2,14	5,71	0,42	1,12	20,74	100,55	10,4 : 1 : 3	Glosscheibe; reifartig beschlagen. Wird durch Salzsäuredämpfe angegriffen und beim Erhitzen rauh. Wird an der Luft blind; verhält sich gegen Salzsäuredämpfe und beim Erhitzen wie vorstehende.
15	70,00	3,45	7,47	0,22	0,55	18,71	100,40	8,4 : 1 : 2,2	
16	74,21	0,88	3,95	0,65	4,20	16,45	100,34	14,3 : 1 : 3,5	
17	72,66	1,44	4,26	—	4,36	16,57	99,29	16 : 1 : 4	
18	74,29	1,23	3,49	—	7,10	13,74	99,85	19,8 : 1 : 4,7	Spiegelgläser, welche an der Luft beschlagen und sich im übrigen wie die vorigen verhalten.
19	71,33	2,14	3,21	1,16	2,75	19,27	99,86	13,7 : 1 : 4	Bruchstücke eines venezianischen Bechers, welcher sich mit an der Luft zerfließlichen Kristallen bedeckt.
20	75,80	1,36	1,76	—	1,75	18,25	98,92	40 : 1 : 9,9	Glasglocke, welche schon bei schwachem Erhitzen sich mit einem rauen Ueberzuge bedeckte. Nachdem durch Abschleifen und Polieren eine neue glatte Oberfläche hergestellt war, trat die Veränderlichkeit des Glases durch Beschlagen sehr augenfällig hervor.
21	69,38	2,14	7,23	0,25	0,83	19,70	99,53	8,5 : 1 : 2,4	Beschlag reifartig; wurde von Salzsäuredämpfen stark angegriffen.
22	74,88	1,36	5,81	0,04	—	17,70	99,79	12 : 1 : 2,7	Glasglocke, dessen innere Wandung stark beschlagen; von Salzsäuredämpfen stark angegriffen.
B. Gläser mittlerer Beschaffenheit.									
23	73,66	2,27	8,32	0,22	—	15,28	99,75	8 : 1 : 1,6	Fensterscheibe; neigt zum Bestäuben und zeigt unter der Einwirkung von Salzsäuredämpfen geringen hauchartigen Beschlag.

Die Durchsichtigkeit eines Glases wird hauptsächlich bedingt durch eine sorgfältige Auswahl und zweckmässige Vorbereitung der Rohmaterialien, und deren vollkommene und gleichartige Schmelzung, so dass das Ganze eine dünnflüssige Masse bildet. Das Glas darf weder rauchige, neblige oder wolkige Stellen, noch Knoten, Flecken, Blasen, Streifen, Schlüren, Winden und andere ähnliche Mängel zeigen.

Durch eine vollständige Farblosigkeit des Glases wird die Durchsichtigkeit desselben vorzüglich erhöht. Ein vollkommen durchsichtiges und farbloses Glas würde ebenso durchsichtig sein wie die Luft, und sehr dünne Tafeln von gutem Glase kommen diesem Ideale auch ziemlich nahe, in dicken aber bemerkt man ausser einem Farbenstich, auch die Abnahme des Lichts an den hindurchgesehenen Gegenständen. Glas tafeln, welche beim Durchsehen, senkrecht auf ihre Oberfläche, ganz farblos erscheinen, zeigen sich deutlich gefärbt, wenn man von einer Kante zur andern durchsieht, oder wenn man mehrere Tafeln aufeinander legt. Zur Beurteilung der relativen Farblosigkeit zweier Glasarten, muss man Stücke von ganz gleichem Durchmesser und womöglich von ganz gleicher Form miteinander vergleichen. Gefässe mit hohlgeschliffenem Boden erscheinen immer weniger gefärbt als solche mit starkem vollem Boden, indem bei letzterm die Glasschicht dicker ist. Die höchst mögliche Farblosigkeit wird nur durch eine sorgfältige Auswahl und Reinigung der Materialien, durch die geringst mögliche Menge von Alkalien und durch die vollkommenste Schmelzung und Vereinigung bei der höchsten Temperatur erreicht.

Die Härte eines Glases, welche hauptsächlich in Beziehung auf seine Dauerhaftigkeit von Wichtigkeit ist, steht mit seiner Zusammensetzung im engsten Zusammenhange. Allgemein lässt sich annehmen, dass die Härte eines Glases gewinnt, je weniger Alkalien es enthält. Natronglas ist in der Regel härter als Kaliglas; Kalk und Thonerde machen das Glas hart, Blei hat die entgegengesetzte Wirkung. Gutes Glas soll in seiner Härte dem Bergkristall nicht viel nachstehen und von diesem nicht leicht und nicht tief geritzt werden. Man prüft zwei Glassorten auf ihre relative Härte, indem man versucht, welche, bei ziemlich gleicher Form des scharfen Randes, die andere ritzt. Die Härte erhöht nicht nur den Glanz, sondern schützt auch, was für seine Durchsichtigkeit von Wichtigkeit ist, die Glätte seiner Oberfläche gegen äussere mechanische Einwirkungen wie: Reiben, Kratzen u. s. w.

Der Glanz des Glases steht nach Pelouze und Baudrimont in geradem Verhältniss zum Äquivalentgewicht der in demselben enthaltenen Basen, sowie zu seinem spezifischen Gewichte, seiner Schmelzbarkeit und seiner lichtbrechenden Kraft. Glas, wie es aus der ersten Darstellung hervorgeht, ist immer glänzender als solches, welches geschliffen und poliert wurde, weil bei der Verarbeitung oberflächlich Alkalien verdampfen und daher die äusseren Glasschichten relativ kalkreicher, glänzender und widerstandsfähiger werden.

Wirkung der Wärme auf Glas; Entglasung.

Zwischen der Weiss- und hellen Rotglühhitze sind alle Gläser zbar; sie verwandeln sich hierbei in ein gleichartiges, durch-

$2RO_5SiO_2$ ziemlich genau entsprach, während der hierbei verbliebene Rückstand an kristallisierter Kieselsäure die bei der Entglasung ausgeschiedene Menge der letzteren repräsentierte.

Freilich sind auch diese Darlegungen Ebells nicht unangefochten geblieben. So wies beispielsweise Schott*) bei der mikroskopischen Untersuchung verschiedener Entglasungsprodukte nach, dass die kristallinen Ausscheidungen nicht sowohl die Formen des Quarzes, als diejenigen des Wollastonits eines Calciumsilikats zeigten und fand gleichzeitig, entgegen den Angaben Benraths, dass bei der Behandlung mit Flusssäure die kristallisierten Partien stärker angegriffen würden, als die amorphen. Die von Schott auf mikroskopischem Wege erlangten Resultate fanden weitere Bestätigung durch chemische Arbeiten Grögers, welcher**) von einem entglasten Flaschenglase aus den Wannenöfen der österreichischen Glashüttengesellschaft zu Aussig, das aus kristallinen, radial-faserigen, kugeligen Massen bestand, die einen Durchmesser bis zu 5 cm besaßen, mattgrünlich gefärbt und in die tiefgrüne Grundmasse eingelagert waren, die Zusammensetzung des Entglasten (I) und der Grundmasse (II) zu

	I.	II.
Kieselsäure	63,79	64,39
Thonerde	7,73	7,42
Eisenoxydul	1,39	1,39
Manganoxydul	2,49	2,47
Kalk	13,38	12,81
Magnesia	0,61	0,73
Natron	9,76	9,78
Kali	1,52	1,45
	<hr/> 100,67	<hr/> 100,44

ermittelte. Die chemische Zusammensetzung beider Teile zeigte also nur geringe Abweichungen; doch unterschied sich physikalisch das Entglaste durch grössere Härte und geringere Schmelzbarkeit von der Grundmasse. Salzsäure endlich vermochte wohl jenes nicht aber diese zu zerlegen. Das hierbei in Lösung Gegangene bestand aus

Kieselsäure	52,89
Thonerde	1,12
Eisenoxydul	1,16
Manganoxydul	0,27
Kalk	39,30
Magnesia	1,33
Natron	3,57
Kali	0,36
	<hr/> 100,00

während das bei der Zerlegung ungelöst Gebliebene enthielt

*) Dingler 1875, 218, 151.

**) Dingler 142, 297.

ren, oder um die Arbeit zu beschleunigen und sich zu erleichtern, als Flussmittel eine übertrieben grosse Menge Alkali angewendet hatte.

Die meisten, aus früherer Zeit herrührenden Gegenstände von Glas haben infolge der Einwirkung der Feuchtigkeit eine sehr wesentliche Veränderung erlitten. Die Thränenkrüge, Flaschen, die Urnen, überhaupt alle antiken Fläser, die man in den Gräbern der alten Römer und Gallier findet, zeigen ein irisirendes, schillerndes, perlmutterartiges Ansehen, mit zuweilen sehr glänzendem Reflex gleich den Flügeln einiger Schmetterlingsarten. Dieselbe Erscheinung zeigt sich bei Glas von neuerer Fabrikation an den Fensterscheiben von Stallungen, überhaupt solcher Lokalitäten, welche anhaltend der Feuchtigkeit und einer gewissen höheren Temperatur ausgesetzt sind. Die irisierenden Schüppchen, welche sich durch schwaches Reiben leicht ablösen, sind ein Gemenge von Kieselsäure und Erdsilikaten; das Alkalisilikat ist verschwunden. Diese Spaltung ist dieselbe, wie die, die der Feldspat, ein Kali-Thonerdesilikat, bei seiner Umwandlung in Kaolin erleidet.

Die für optische Zwecke dargestellten Gläser, wie das Flint- und das Crown Glas, die ganz besonders durchsichtig und klar sein müssen, enthalten sehr oft eine grosse Menge Alkali, infolgedessen sie an der Oberfläche feucht werden und ihren Glanz verlieren. Scheiben aus Crown Glas backen, wenn sie übereinander aufgeschichtet werden, zuweilen, infolge des Natronsilikats, welches Feuchtigkeit aus der Luft anzieht und das Aneinanderhaften der Scheiben bedingt, zu einem Stücke zusammen.

In demselben Masse ist auch das Spiegelglas dieser Zerstörungsursache unterworfen. Früher kam im Handel viel Spiegelglas vor, welches sich mit kleinen Krystallen von kohlensaurem Natron bedeckte und beständig schwitzte. Die englischen Spiegelgläser auf der Londoner Ausstellung 1854 zeigten diese Fehler in hohem Grade, obgleich man sich viele Mühe gab dieselben durch häufiges Putzen glänzend zu erhalten, und noch heute findet man häufig Spiegel, auf denen ein angefeuchteter Streifen roten Lackmuspapiers sich bläut.

Wie gründlich die Zersetzung eines Glases sein kann, welches lange Zeit der Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt blieb, zeigt die von Geuther*) ausgeführte Untersuchung eines antiken Gefässes von ziemlich weissem Glase, welches 1819 in der Nähe des Grabmals der Cäcilia Metella aufgefunden wurde. Aeusserlich war die Glasmasse mit einer zersetzten undurchsichtigen Rinde umgeben, im Innern aber vollkommen glasig geblieben. Folgendes sind die hierbei erhaltenen Resultate.

	Rinde	Glasmasse
Kieselsäure	48,8	59,2
Kali	—	3,0
Natron	—	21,7
Kalk	11,3	7,0
Magnesia	6,8	1,0
Manganoxydul	Spur	Spur

Als das Resultat fortgesetzter Arbeiten Webers lässt sich indessen ansehen, dass ein im Verhältniss zur Menge der Basen (Alkali und Kalk) bedeutender Gehalt an Kieselsäure allein die Widerstandsfähigkeit des Glases gegen die Einwirkung der Atmosphären nicht bedinge, dass vielmehr auch das Verhältniss des Alkalis zum Kalk in dieser Beziehung von grosser Wichtigkeit sei. Während einerseits bewährte Gläser als aus 6 Aequivalenten Kieselsäure auf 1 Aequivalent Alkali und 1 Aequival. Kalk ($6SiO_2\ K_2O\ CaO$ resp. $6SiO_2\ NaOCaO$) bestehend sich erwiesen, kann unbeschadet der Widerstandsfähigkeit der Kieselsäuregehalt sich vermindern, wenn gleichzeitig auch der Kalkgehalt gegen das Alkali sich vermehrt und umgekehrt kann der Kieselsäuregehalt vermehrt werden, bei gleichzeitiger Vermehrung des Alkalis und Verminderung des Kalks*).

Wenn auch kaltes Wasser auf Gegenstände der heutigen Glasfabrikation, wie Flaschen, Karaffen, Trinkgläser und dergl. wenig einwirkt, so verhält sich dies doch anders bei heissem oder kochendem Wasser. Die Glaskolben, in welchen wir in unseren Laboratorien Wasser zum Kochen bringen, verlieren infolge einer partiellen Auflösung des Alkalisilikats sehr schnell ihre glänzende Oberfläche. Vor etwa 100 Jahren noch behauptete man, Wasser könnte sich in Erde verwandeln, weil man gefunden hatte, dass Wasser, welches längere Zeit in Glasgefässen gekocht worden war, beim Abdampfen einen erdigen Rückstand lieferte. Lavoisier unterwarf ein und dasselbe Wasser in einem Glaskolben mehreren aufeinanderfolgenden Destillationen und Kondensationen und zeigte durch einen Versuch, der nicht weniger als ein Vierteljahr gedauert, dass das Glasgefäss etwa 1 g von seinem Gewichte verloren hatte, und dass der beim Abdampfen des Wassers erhaltene Rückstand infolge der Zersetzung, welche das Glas erlitten hatte, stark alkalisch reagierte. Allein trotz der Fortschritte, die seitdem die Glasfabrikation gemacht hat, würde derselbe Versuch, wenn er heute wiederholt würde, noch dasselbe Resultat geben.

Besonders leicht wird fein gepulvertes Glas von heissem Wasser angegriffen. Als Griffiths fein gepulvertes Kristallglas mehrere Wochen täglich einige Stunden mit kochendem Wasser behandelte, hatte dieses 7 Prozent Kali aus dem Glase aufgenommen. Ein ähnliches Resultat erhielt Pelouze mit in ein feines Pulver verwandeltem weissem Glase, welches in 100 Teilen aus

Kieselsäure	72,00
Natron	12,00
Kalk	15,50

	99,50

bestand; es verlor durch einfaches Auskochen 10 Prozent seines Gewichts. Ein anderes alkalreicheres Glas von der Zusammensetzung:

Kieselsäure	77,3
Natron	16,3
Kalk	6,4

	100,0

grünen, blauen, roten und gelben Nüancen ausgezeichnet; 2) Feueropal, durch Eisenoxyd hyacinthrot, honig- bis weingelb gefärbt, durchsichtig und bisweilen rot und grün irisierend; 3) gemeinen Opal, von verschiedener Farbe, doch nur durchscheinend bis helldurchsichtig und ohne Farbenspiel; 4) Halbopal, meist nur an den Kanten durchscheinend und wachsglänzend; 5) Hyalith, gewöhnlich vollkommen durchsichtig und farblos oder emailartig, weder lebhaft gefärbt noch farbenspielend; 6) Holzopal, der als Versteinerungsmittel fossilen Holzes auftretende Opal. Ferner werden noch folgende, theils als Konkretionen, theils als Ueberzüge und Sinterbildungen vorkommende opalartige Mineralien zu den Opalen gerechnet: Menolith, Kacholong, Jaskopal (Eisenopal), Kieselsinter und Kieselgur. Sämmtliche Opale wurden, wie es den Anschein hat, auf nassem Wege gebildet. — Wie aus den folgenden Analysen hervorgeht, so unterscheiden sich die Opale nicht nur durch ihre physikalischen Eigenschaften, sondern auch durch ihre chemische Zusammensetzung, voneinander.

	Edler Opal.	Gemeiner Opal.	Feueropal.	Halbopal.
Kieselsäure	90,0	93,5	92,00	85,00
Wasser	10,0	5,0	7,75	8,00 (ammoniakhaltig)
Eisenoxyd	—	1,0	0,25	1,75
Thonerde	—	—	—	3,00
Kohlenstoff	—	—	—	5,00
Brenzliges Oel	—	—	—	0,38

Man wird nicht leicht in den Fall kommen in der Glasfabrikation von der einen oder der andern Art des Opals Anwendung machen zu müssen; dagegen dürfte auf einige hierher gehörige und mit den Namen Kieselsinter, Kieselgur, Kieseltuff (Infusorienerde) bezeichnete Substanzen, die sich an manchen Orten in ungeheueren Quantitäten finden, aufmerksam zu machen sein. Sie sind fast reine wasserhaltige, amorphe Kieselsäure, mit kleinen Mengen von Kalk, Thonerde, Eisenoxyd und Alkalien, wie die folgenden Analysen zeigen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kieselsäure	93,25	94,01	84,43	86,20	72,00	87,86	74,48
Wasser	3,00	4,10	7,88	10,00	21,00	10,71	24,43
Thonerde	2,00	1,70	3,07	2,00	2,50	0,13	—
Kohlens. Eisenoxyd	1,25	1,70	1,91	2,00	2,50	0,73	0,39
Magnesia	—	—	1,06	—	—	—	—
Kohlensaurer Kalk	—	—	0,70	—	—	0,75	0,34
Alkalien	—	—	0,92	0,80	—	—	—
	99,50	101,51	99,97	101,00	98,00	100,18	99,64

- 1) Kieselsinter von Kohren in Sachsen, nach Zellner,
- 2) Kieselsinter aus dem Wasser des Geysers auf Island, nach Kersten;
- 3) derselbe aus dem Wasser des Geysers auf Island, nach Forchhammer;
- 4) Kieselgur von Pontigbaud, Departement Puy de Dome, nach Fournet;

	I.	II.
Kohlensaures Kali	93,3	84,0
Kohlensaures Natron	0,0	6,0
Schwefelsaures Kali	2,3	6,5
Chlorkalium	3,8	3,5
	<hr/> 99,4	<hr/> 100,0

Die Prüfung der Pottasche geschieht auf dieselbe Weise wie die der Holzasche; man löst 6,92 g zu 100 ccm Flüssigkeit auf, lässt durch Abhitzen sich klären, nimmt 10 ccm davon und titriert mit Normalsalpetersäure, deren verbrauchte Kubikzentimeter mit 10 multipliziert die Prozente an kohlensaurem Kali angeben, vorausgesetzt, dass nicht kohlensaures Natron, womit gegenwärtig die Pottasche häufig verfälscht wird, anwesend war. Alle Pottasche enthält von haus aus kleine Mengen von Natron, die jedoch kaum in Betracht kommen. Anders verhält es sich mit der absichtlichen Verfälschung durch einen Zusatz von Soda, die man im reinen Zustande billiger kaufen kann, als wenn man sie als Pottasche bezahlen muss. Die Prüfung auf den Gehalt an kohlensaurem Natron ist weniger schwierig als verwickelt. Man neutralisiert 6,92 g der Pottasche durch eine Auflösung von Weinsäure in der Wärme, und fügt nach eingetretener Neutralität gerade noch einmal soviel von der Weinsäurelösung hinzu, als man zur Neutralisation verbraucht hatte, dampft im Wasserbade zur Trockne und behandelt den Rückstand mit einer bei der herrschenden Temperatur gesättigten Lösung von saurem weinsaurem Kali, trocknet hierauf den Rückstand und wägt. Man berechnet das gebildete zweifach weinsaure Kali auf kohlensaures Kali und zieht von diesem das an Chlor und Schwefelsäure gebundene Kali, beide auf kohlensaures Kali reduziert, ab. Was man durch Titrieren an kohlensaurem Alkali mehr gefunden hatte, als das berechnete kohlensaure Alkali beträgt, ist kohlensaures Natron.

Wie man sieht, ist, um das Natron bestimmen zu können, auch die Bestimmung des Chlors und der Schwefelsäure erforderlich. Dies ist jedoch auf massanalytischem Wege eine sehr leichte Operation; man bestimmt zunächst an 10 ccm der obigen Pottaschenlösung (6,92 Pottasche zu 100 ccm Flüssigkeit gelöst), nachdem man sie nahezu mit Salpetersäure neutralisiert und mit etwas chromsaurem Kali versetzt hat, den Chlorgehalt mittels einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, die in 1000 ccm 17 Teile Salz enthält, und von der man so lange zutropfen lässt, bis die Flüssigkeit eben einen rötlichen Schein angenommen hat; 100 ccm der verbrauchten Silberlösung entsprechen 0,747 g Chlorkalium oder 0,585 g Chlornatrium. Die Bestimmung der Schwefelsäure, resp. Schwefelsäuresalze, geschieht auf die Weise, dass man abermals 10 ccm der Pottaschenlösung genau durch Normalsalpetersäure neutralisiert (deren Verbrauch zugleich den Gehalt an Alkali ergibt), die neutrale Flüssigkeit durch Chlorbaryum fällt, ohne zu filtrieren, ein paar Minuten mit einer genügenden Menge von kohlensaurem Silberoxyd schüttelt, filtriert und das Ganze vollständig auswäscht. Das Filtrat, welches, wenn Chlormetalle oder Schwefelsäuresalze oder beide vorhanden waren, stark alkalisch reagiert, wird durch Normal-



aus diesem in den dritten, aus welchem dann die möglichst gesättigte Lösung, nachdem sie sich in einem grösseren Reservoir geklärt hat, in die Abdampfpfanne gelangt, wo sich bei der fortschreitenden Konzentration einfach gewässertes kohlensaures Natron abscheidet, welches fortwährend herausgezogen wird, wobei man stets frische Lauge zufließen lässt. Das ausgesogte Salz bringt man zum Abtropfen auf grosse, mit Blei ausgeschlagene hölzerne Trichter, von hier in Oefen oder auf eiserne Platten, wo sie vollständig getrocknet, d. h. in wasserfreies Salz verwandelt wird. Durch abermaliges Auflösen, Kristallisierenlassen und Kalcinieren wird das Produkt reiner erhalten; es lehren jedoch die nachfolgenden Analysen Browns, welche wir Muspratts Handbuch der technischen Chemie entnehmen*), dass die verschiedenen Sorten des Handels teilweise sehr weit davon entfernt sind, als reines kohlensaures Natron gelten zu können, so dass auch bei der Verwendung der Soda Vorsicht dringend notwendig ist. Es enthält nämlich:

	Sodasalz.		Kalcinierte Soda.		Raffiniertes Salz.		Raffinierte Soda.	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Kohlensaures Natron	6		1,61	70,4			83,76	
Natronhydrat	1		1,23	13,1			0,73	
Schwefelsaures Natron			0,20	9,1			3,49	
Schwefligsaures Natron			1,17	1,1			0,38	
Unterschwefligsaures Natron			—	—			—	
Schwefelnatrium			—	—			—	
Chlornatrium			3,05	4,2			3,28	
Natronalumnat			0,92	0,7		1,0	0,62	
Kieselsaures Natron			1,04	0,9		1,3	0,78	
Unlösliches			0,31	0,4		0,7	0,84	
	100,73		99,92		99,53		100,30	
							99,71	
							99,82	
							99,54	
							99,86	

Zweimal raffinierte Soda.		Kalcinierte Soda aus Kristallen.	
I.	II.	I.	II.
84,31	84,72	98,12	97,98
Spur	0,28	—	—
10,26	0,76	1,97	1,24
Spur	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
0,63	0,71	0,72	0,56
0,41	0,31	—	—
0,25	0,49	—	—
95,86	96,27	99,91	99,78

Die reine kristallisierte Soda repräsentiert eine Verbindung von 1 Äquivalent kohlensaurem Natron mit 10 Äquivalenten Wasser und enthält 63 Prozent des letzteren. Die Gesamtproduktion an Soda nach dem Le Blancschen Verfahren wird zu jährlich 300000000 kg angegeben.

*) Band V, S. 375 und 376.

fabrikation auf diesen Punkt zu lenken. Schon Gay-Lussac und Thenard beschäftigten sich mit Versuchen, eigens für die Zwecke der Glasfabriken Kochsalz direkt in kieselsaures Natron überzuführen und machten zu dem Ende den Vorschlag, ein inniges Gemenge von Kieselsäure und Kochsalz, in eisernen Cylindern zum Glühen gebracht, der Einwirkung von überhitzten Wasserdämpfen auszusetzen*). Es erfolgt hierbei die schon oben angegebene Zersetzung in Salzsäure, die kondensiert und aufgefangen, und in kieselsaures Natron, welches, nach den nötigen Zusätzen von Kieselsäure und Kalk direkt zur Glasfabrikation angewendet werden könnte. Hätte man z. B. auf 1 Aeq. Kochsalz 3 Aeq. Kieselsäure, resp. Sand oder auf 100 kg von ersterem 150 kg von letzterer genommen, so würde dreifach kieselsaures Natron ($NaO3SiO_2$), die gewöhnlich im Glase enthaltene Verbindung, entstehen, die Masse würde man, um ein Glas von der gewöhnlichen Zusammensetzung zu erhalten, noch mit 48 bis 50 kg Kalk und 150 bis 160 kg Kieselsäure, resp. Sand zu verschmelzen haben. Es sind aber die Versuche darüber, ob das Chlornatrium wirklich zersetzt werde und in die Glasmischung als Natron übergehe, einstweilen noch so wenig als abgeschlossen zu betrachten, dass es ebenso zweifelhaft erscheinen muss, ob jene Kaliglashütten, welche in der Absicht, durch einen Natrongehalt dem Glase grössern Glanz und grössere Härte zu verleihen, ihren Glassätzen bis 10 Prozent Chlornatrium hinzufügen, ihren Zweck erreichen, wie die Hoffnung mancher Grünglasfabrikanten, durch Zusatz des Kochsalzes nicht nur billiges Alkali zu gewinnen, sondern auch noch einen Teil des Eisengehaltes aus dem Gemenge zu entfernen, indem das Chlornatrium mit dem Eisenoxyde zu Natron einerseits und in der Schmelzhitze flüchtigen Eisenchlorid anderseits sich umsetze, illusorisch sein mag. In der That muss es einstweilen dahingestellt bleiben, ob nicht etwa sämtliches Kochsalz entweder in die Glasgalle unzersetzt übergehe oder in der hohen Temperatur des Glasofens lediglich sich verflüchtige.

3. Kalk.

Der Kalk findet sich in der Natur ausserordentlich verbreitet und aus den Beobachtungen der Geognosten wissen wir, dass in allen geologischen Epochen Kalksteine gebildet worden sind. Es gibt daher Ur-, Uebergangs-, Flötz- und tertiäre Kalksteine. Am grossartigsten treten die Kalksteinbildungen der Flötzzeit auf, in deren drei Gruppen, der Trias-, der jurassischen und der Kreideformation, jene als eins der mächtigsten Glieder erscheinen. Die Kalksteine der Urperiode sind stets deutlich kristallinisch, doch kommt ihnen diese Form nicht ausschliesslich, sondern ausnahmsweise auch Kalksteinen anderer Perioden zu.

Da, nach dem Gesagten, in allen Formationen Kalksteine, und zwar hauptsächlich als kohlensaurer Kalk auftreten, so dürfte der Glasfabrikant, bezüglich dieses Materials nicht leicht in Verlegenheit kommen, und ob er es mit kohlensaurem Kalk zu thun habe, erkennt er

*) Dasselbe Verfahren liess im Jahre 1858 G. Fritsche in Biala für reich und W. Gossage 1863 für England patentieren.

zu einem hinreichend billigen Preise haben kann, am liebsten Kreide an, auch wohl schon deshalb, weil sie sich leicht pulvern lässt, oder in diesem Zustande käuflich zu haben ist. Innerhalb der Thäler und Berge mancher Kalksteingebirge, so namentlich bei Langensalza, Mühlhausen, Heiligenstadt und Göttingen, kommt ein gelblicher Kalktuff in lockern, erdigen Ablagerungen vor, der bis auf etwas Thon und Eisenoxyd ein fast reiner kohlensaurer Kalk ist und gesiebt, vorteilhaft in der Glasfabrikation würde Anwendung finden können.

Viele Fabriken brennen vor seiner Anwendung den Kalk und lassen ihn alsdann an der Luft zu einem feinen Mehle, einem Gemenge von kohlensaurem und Aetzkalk, zerfallen, wodurch sie sich der Mühe, ihn pulvern zu müssen, überheben. Oertliche Verhältnisse entscheiden, ob jenes oder dieses ökonomischer sei, übrigens ist es nicht notwendig, den ungebrannten Kalk, der dem Glassatz beigegeben werden soll, in ein feines Pulver zu verwandeln, indem er auch ohnedies mit den übrigen Materialien leicht zusammenschmilzt und aufgelöst wird, so dass er sogar hier und da in Nussgrösse zur Verwendung gelangt. In den böhmischen Glasfabriken nimmt man fast allgemein gebrannten und an der Luft wieder zerfallenen Kalk, besonders wenn er längere Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist. Frisch zerfallener Kalk soll dem Glase leicht eine grünliche Färbung erteilen; bei einem eisenhaltigen Kalke liesse sich dies vielleicht daraus erklären, dass das Eisen wenigstens zum Teil, als Oxydul vorhanden war, und erst allmählich in Oxyd übergeht, welches bekanntlich das Glas weniger färbt. Bei Anwendung von an der Luft zerfallenem Kalke ist übrigens nicht zu übersehen, dass derselbe keine bestimmte Zusammensetzung hat und, je nachdem er kürzer oder länger an der Luft verweilte, bald weniger bald mehr Kohlensäure und Wasser absorbiert hat. Es entsteht hieraus eine gewisse Unsicherheit in betreff der, auf eine bestimmte Menge Kieselsäure, zu nehmenden Menge Kalks, und möge daher hier ein Verfahren Platz finden, welches in Stand setzt, jeden Augenblick mit leichter Mühe die Beschaffenheit, d. h. die Zusammensetzung eines vorliegenden Kalks zu ermitteln. Zur Anstellung des Versuchs sind nur erforderlich: 1) eine in $\frac{1}{10}$ ccm geteilte Pipette, 2) eine einigermaßen empfindliche Wage (Goldwage) nebst Grammengewicht, 3) ein oder mehrere Bechergläser, 4) eine Salpetersäure, von welcher 1000 ccm 50 g reinen kohlensauren Kalk, und 5) ein Aetzammoniak, von welchem 1000 ccm genau 1000 ccm jener Salpetersäure neutralisieren und 6) Lackmustinktur.

Wie auf die vorliegenden Fragen:

a) wieviel Aetzkalk,

b) wieviel kohlensaurer Kalk,

c) wieviel Wasser, resp. andere Stoffe, in einem Kalk enthalten sind, die gewünschte Antwort gefunden wird, lässt sich am einfachsten an einem besondern Beispiele zeigen.

Man wäge 2,5 g des vorliegenden Kalks ab, bringe sie in ein Becherglas, übergiesse sie mit 100 ccm jener Salpetersäure, und warte ab bis sich alles gelöst hat, wobei man mit einem Glasstäbchen die etwa vorhandenen Klümpchen zerdrückt und zerteilt. Nach erfolgter Lösung setzt man 10 bis 20 Tropfen Lackmustinktur, und hierauf aus der Pipette soviel Ammoniak hinzu, bis eben die blaue Farbe wieder zum

	5 Von Teneriffa.	6 Von Ischia.	7 Von Santorin.	8 Von Lipari.
Kieselsäure	60,79	62,29	69,79	73,70
Thonerde	16,43	16,89	12,31	12,27
Kali	2,97	3,98	2,02	4,73
Natron	11,25	6,21	6,69	4,52
Kalk	0,62	1,24	1,68	0,65
Bittererde	0,79	0,50	0,68	0,29
Eisenoxyd	4,26	4,15	1,80	2,31
Manganoxydul	0,23	Spur	—	—
Titansäure	1,46	—	—	—
Wasser und Chlor	0,53	3,89	2,85	1,53
	99,33	99,15	97,81	100,00

sämlich von Abich analysiert.

Basalte.

	1	2	3	4	5	6	7*)
Kieselsäure	55,76	45,47	45,98	43,4	45,57	37,43	45,9
Thonerde	14,26	10,16	9,68	12,2	10,56	13,16	16,2
Kali	—	2,47	0,85	0,9	1,44	—	1,2
Natron	1,10	3,37	2,70	2,7	1,90	2,08	3,6
Kalk	6,00	10,52	11,80	11,3	9,37	11,62	10,3
Bittererde	7,69	4,53	7,39	9,1	11,27	2,88	6,3
Eisenoxydul	12,26	13,98	13,89	12,1	11,13	10,29	13,0
Eisenoxyd			8,09	3,5	3,07	7,50	
Manganoxyd	0,10	0,08	—	—	0,12	—	0,3
Strontian	0,10	—	—	—	0,04	—	—
Titansäure	—	2,67	—	—	— Kohlens.	9,61	1,0
Wasser	3,70	4,40	0,75	4,4	3,07	6,09	2,4
	100,27	97,65	101,18	99,1	97,54	100,66	100,2

Wenn auch wohl die wenigsten Basalte schon für sich allein sich zu Glas zusammenschmelzen und verarbeiten lassen, so dürften sie sich doch in vielen Fällen, wenn man ihnen, ihrer Zusammensetzung entsprechende Zuschläge gäbe, sehr gut zur Darstellung von ordinären, mehr oder weniger dunkelgefärbten Gläsern eignen und häufigere Anwendung verdienen, als dies bis jetzt der Fall gewesen zu sein scheint.

So soll nach Muspratt**) auf einer Glashütte bei Lamspringe mit gutem Erfolge Basalt vom hohen Hagen in wechselnden Mengen, je nach der Qualität des zu verschmelzenden Glases, den Glassätzen zugeschlagen werden. Die Sätze für schwarze Gläser, welche zum Aufbe-

*) 1. vom Meissner (von Gräger). 2. aus der Nähe von Wetzlar (von Gmelin). 3. Bollenreuth (von Rammelsberg). 4. Kammerbühl bei Eger in Böhmen (von Ebelmen). 5. Basalt von Engelhaus bei Karlsbad (von Rammelsberg). 6. Oberrassel bei Bonn (von Bergmann). 7. Basalt von Linz am Rhein (von Ebelmen.)

**) Bd. 3, 233.

wahren solcher Chemikalien dienen sollen, welche durch die Einwirkung des Lichtes zersetzt werden, erhalten einen sehr bedeutenden Basaltzusatz, schmelzen leicht und lassen sich gut verarbeiten.

Laven.

Die Zusammensetzung der Laven würde dieselben ebenfalls zur Benutzung in der Glasfabrikation sehr geeignet machen, allein ihr Vorkommen ist, wenigstens in Deutschland, ein sehr beschränktes, so dass sie für unsere Zwecke kaum in Betracht kommen.

Die Lava von Niedermennig am Laacher See (1) ist von Bergmann, der rheinische Trass (2) von Illgner untersucht worden.

	1	2
Kieselsäure	46,26	48,94
Thonerde	16,42	18,95
Eisenoxydul	4,01	—
Eisenoxyd	2,63	12,34
Kalk	3,79	5,41
Natron	6,97	3,56
Kali	1,96	0,37
Magnesia u. Manganoxydul	2,23	Magnesia 2,42
Phosphorsäure	1,80	Wasser 7,65
Magneteisen	13,27	—
	99,34	99,64

Einen interessanten Fall bezüglich der Anwendung einer Lava zur Glasfabrikation teilt Dumas mit. „Als Chaptal im Jahr 1780 Professor der Chemie in Montpellier war, machte er den Vorschlag, Lava anzuwenden. Ducros, Glashüttenbesitzer in der Gegend von Alais, schmolz mit Steinkohle die Lava des ausgebrannten Kraters von Montferrier ohne irgend welchen Zusatz und fertigte einige Flaschen daraus an. De Castleviel, ein anderer Fabrikant, schmolz mit Holz ein Gemenge von Sand, Lava und Natron und erhielt so leichtere und dauerhaftere Flaschen als die auf gewöhnliche Weise fabrizierten. Diese Bouteillen waren so gesucht, dass man kaum die eingehenden Bestellungen ausführen konnte. Allein nachdem die Hütte so vier Jahre gearbeitet hatte, glichen die Flaschen den früheren nicht mehr, das Geschäft verlor seinen Ruf und man kehrte zur alten Methode zurück. Man arbeitete damals also mit einer andern Lava als zu Anfang. Hätte dem Fabrikanten ein Chemiker zur Seite gestanden, so würde durch eine Analyse leicht der Fehler gefunden und durch eine passende Veränderung der Mischung wieder gut gemacht worden sein, während in diesem Falle ein Industriezweig, der so glänzend begonnen hatte, ein trauriges Ende nahm.“

Auch ein den Laven sehr ähnliches Material, wie manche Hochschlacken es bieten, wird hier und da zur Glasfabrikation benutzt. Betrachtet man die nachstehenden Analysen solcher Schlacken

2. Färbungsmittel.

Die Eigenschaften besitzen, dem Glase, verschiedene Farben zu erteilen, ist schon oben bei Eisen- und Mangansilikate erwähnt worden. Diese Verbindungen sind aber nicht allein von der Art des Metalls, sondern sehr häufig auch von der Menge und desselben Metalls, von der Temperatur und Dauer des Schmelzfeuers abhängig. So kann beispielsweise das Eisen, wie dies am oben schon weiter besprochen wurde, für sich allein verschiedene Farben, Grün, Rot, Orange, Gelb, Blau erzeugen. Diese Farben die Glasmasse so intensiv, dass der Gegenstand, welcher verhältnismässig geringer Stärke des Oxydationszweck zu dunkel erscheint. In solchen Fällen, wenn aus weissem Glase hergestellte Gegenstände mit einem solchen Glase und nennt solche Gläser „über-

farbt“ oder „gefärbt“ am häufigsten angewendeten Me-

- 1. Eisen als Oxyd,
- 2. Eisen als Oxyd und als Oxydul,
- 3. Eisen als Oxyd, als Chlorid und als Metall,
- 4. Eisen als Hyperoxyd (Braunstein) und als Oxydul,
- 5. Eisen als Oxyd sowohl, wie als Schwefelverbindungen,
- 6. Eisen als Oxyd und als Oxydul,
- 7. Eisen als Chromoxyd sowohl, wie als saures und neutrales chromsaures Kali.
- 8. Eisen als Oxyd,
- 9. Eisen als Chlorid und als sogenannter Cassiuscher Purpur.
- 10. Eisen als Oxyd.

Die oben genannten Substanzen dienen noch der bereits früher erwähnte Kalk und der Schwefel oder vielmehr indirekt die zur Herstellung von Schwefelverbindungen durch Reduktion schwefelsaurer Salze, die Kohle zum Färben des Glases.

Die Reinheit, der Reichtum, die Lebhaftigkeit und der Glanz der Farben, von dem Grade der Reinheit des verwendeten Glases sowohl, als auch wesentlich von den betreffenden Metallverbindungen abhängig. Wenn gegenwärtig der Handel die Metalloxyde von hinlänglicher Reinheit liefert, so sollte der Glasfabrikant mit der Herstellung derselben sich wohl vertraut sein, wie es zur Kenntnis ihrer Wirkungen und eventuell auch zur Prüfung ihres relativen Werts wünschenswert erscheint.

1. Kobaltoxyd (CoO). Das im Handel vorkommende sogenannte Kobaltoxyd ist gewöhnlich eine Verbindung von Kobaltoxyd mit Kobaltoxydul, nach wechselnden Verhältnissen mit Kobaltoxydul gemengt. Es stellt es auf die Weise dar, dass man die Kobalterze, je nachdem sie vorwiegend Arsen- oder Schwefelverbindungen enthalten, Speis- oder Kobaltoxyd genannt, oder auch arsen-, kobalt-, nickelhaltige Hüt-

Die früheren Glasmacher nannten diese Stoffe „Glasmacherseifen“ und speziell der Braunstein verdankt dieser, seiner reinigenden, Eigenschaft den Namen „Pyrolusit“ d. i. „Feuerwascher“.

Was zunächst den Braunstein anlangt, so dient derselbe hauptsächlich zur Beseitigung einer geringen, durch einen Eisengehalt der Rohmaterialien bewirkten, Grünfärbung des weissen Glases. Da der Braunstein, das Mangansuperoxyd, im schmelzenden Glase unter Entbindung von Sauerstoff zu Manganoxyd reduziert wird, so nahm man früher allgemein an, dass derselbe auf das grünfärbende Eisenoxydul im Glase oxydierend wirke, dieses in das gelbfärbende, weniger bemerkbare Eisenoxyd überführend. Auf die Thatsache fussend, dass die sogenannten einfachen Farben, Gelb, Blau und Rot, oder das aus Blau und Rot gemischte Violett mit dem aus Blau und Gelb gemischten Grün sich zu neutralem Weiss ergänzen, stellte zuerst Liebig die Behauptung auf, dass auch bei der Braunsteinentfärbung des Glases das Manganviolett das komplementäre Eisengrün neutralisiere, d. h. dass beide Färbungen zu unsichtbarem Weiss sich ergänzten und es ist später von Kohn durch direktes Zusammenschmelzen entsprechend gefärbter Gläser auch anderer Nüancen der Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung erbracht worden. Da aber das Manganviolett dem Eisengrün nicht völlig komplementär ist, so kann aus der Vereinigung beider auch nicht gänzliche Farblosigkeit resultieren: es entsteht vielmehr je nach der vorhandenen grösseren oder geringeren Menge der färbenden Substanzen ein dunkleres oder helleres Gelb, so zwar, dass dasselbe vom nicht mehr bemerkbaren Lichtgelb bis zum Dunkelorangebraun variiert.

Die Menge Eisen, welche auf diese Weise dem Auge unbemerktlich gemacht werden kann, ist nur gering. Müller gibt dieselbe*) zu $\frac{1}{10}$ Prozent an; bei höherem Eisengehalt zeigt das Glas schon einen deutlich bemerkbaren gelblichen Stich. Wie bei verschiedenem Eisen- und Mangangehalte die Färbungen sich gestalten, zeigt folgende Zusammenstellung:

Gehalt in Pro- zenten		Farbe im	
Eisen- oxydul	Mangan- oxyd	Hafenofen	Wannenofen
0,75	3,50	helllichtgelb	grüngelb
1,00	2,00	gelbgrün	feuriggrün (Moselweinflaschen)
2,00	2,00	grüngelb (Bordeauxflaschen)	fast ganz grün
2,00	4,00	feurig goldgelb (Madeirafflaschen)	gelbgrün
2,25	6,5	hellgelbbraun (Niersteinerflaschen)	heller, ohne Feuer
1,00	7—8	dunkelorangebraun, feurig, (dunkle Rheinweinflaschen)	schmutzig, heller ohne besonderes Feuer

*) Sprechsaal 1880, 212.

Schmelzen von Gusspiegelglas gemacht habe, daran gescheitert sei; dass das Glas stets von sehr feinen Blasen durchsetzt (gispig) gewesen.

Salpeter (salpetersaures Kali und salpetersaures Natron, Chili salpeter) hat unter gewissen Verhältnissen ebenfalls die Eigenschaft das Glas zu reinigen, resp. zu entfärben. Die in der Hitze entweichenden Gase wirken oxydierend auf manche im Glase enthaltene Stoffe ein, während das in Freiheit gesetzte Alkali als Flussmittel wirkt. In grösserer Menge angewendet, verursachen die Salpetersäuresalze eine frühzeitige Zerstörung der Häfen, deren Thonerde in das Glas übergeht.

voneinander abweichenden erdigen, in der Erdrinde sehr verbreiteten Massen, die wir Thon nennen, und die nur darin miteinander übereinstimmen, dass sie keine primitiven Gebilde, sondern aus der Zersetzung früher entstandener Mineralien hervorgegangen sind, und entweder ganz oder der Hauptsache nach aus kieselsaurem Thonerdehydrat bestehen. Physikalisch sind sie darin sich ähnlich, dass sie im feuchten Zustande eine mehr oder minder formbare, bildsame oder plastische Masse darstellen, welche beim Trocknen zwar im ganzen die erteilte Form beibehält, aber kleiner wird oder schwindet, dann leicht zerreiblich und nicht mehr plastisch ist, welche beim Anhauchen einen eigentümlichen Geruch, den Thongeruch, zeigt, Wasser stark anzieht, daher bei Berührung mit der feuchten Zunge daran haftet, mit mehr Wasser angerührt, sich zu einem Brei oder Schlamm verteilt, aus dem sich die festen Teile, ihrer Feinheit wegen, nur sehr langsam absetzen. Bis zu 100° C. können die Thone erhitzt werden, ohne ihre Verteilbarkeit im Wasser zu verlieren; werden sie aber auf 200 bis 300° C. erhitzt, so schwinden sie noch mehr, sie werden dichter, erlangen mehr Zusammenhang und wenn sie auch dann noch poröse Massen bilden, welche das Wasser durchsickern lassen, so zerfallen und zergehen sie doch darin nicht mehr. Die nur aus kieselsaurem Thonerdehydrat bestehenden Thone schmelzen bei keiner im Ofen zu erzeugenden Hitze, wohl aber vor dem Knallgasgebläse zu glasähnlichen Schlacken; diejenigen, welche nur wenig fremde Beimengungen enthalten, die sogenannten feuerfesten Thone sind ebenfalls kaum schmelzbar; diejenigen jedoch, welchen viel Kalk, Eisenoxyd u. s. w. beigemischt ist, die gewöhnlichen Töpferthone, schmelzen leicht zu Schlacken.

Im starken Feuer werden die Thone so hart, dass sie am Stahle Funken geben und von diesem nicht mehr geritzt werden. Bei steigender Hitze werden sie zunehmend dichter, minder porös, härter und klingender und ziehen sich mehr und mehr zusammen.

Die Thonarten sind alle durch Zersetzung und Verwitterung von Gesteinen entstanden, welche neben anderen Silikaten kieselsaure Thonerde enthalten, die reineren durch Zersetzung von Feldspat und diesen ähnlichen Mineralien: Albit, Spodumen und Porzellanspat und anderen, welche als Gemengteile der verbreitetsten Gesteine: Granit, Gneiss, Syenit und Porphyr vorkommen, indem Kohlensäure das kieselsaure Alkali zerlegte und kohlensaures Alkali und Kieselsäure von Wasser gelöst und fortgeführt wurde. Neben der kieselsauren Thonerde enthalten aber alle Thonarten noch grössere oder geringere Mengen von Silikaten anderer Erden und Alkalien, meist freie Kieselsäure, unzersetzte Teile der Gesteine, woraus sie entstanden: Glimmer, Quarz, ferner Eisenoxyd u. s. w. und sehr häufig sind auch Schwefelkies und organische Stoffe vorhanden.

Manche Thone finden sich noch an der Stelle, wo sie sich bildeten, zum Teil in den Gesteinen, denen sie ihren Ursprung verdanken. Waren diese frei von Eisen und enthalten die Thone neben der aus kieselsaurem Thonerdehydrate bestehenden plastischen Masse nur geringe Mengen anderer Silikate, Quarz und unzersetztes Gestein, welche letzteren sich durch Schlämmen leicht entfernen lassen, so erhält man

Man verfertigt und trocknet die Probehäfen mit aller möglichen Sorgfalt mindestens einen Monat vor dem Beginn der laufenden Hafenfabrikation. Schon während des Trocknens erkennt man die aus zu magerem Thon gefertigten Häfen an den Rissen und Sprüngen, die sich in Boden und Oberfläche zeigen; zu fette Thone verraten sich durch langsames Trocknen, sowie durch Abnahme der Grösse der Häfen, d. h. durch ein beträchtliches Schwinden.

Diese sämtlichen Versuchshäfen müssen gleichstarke Wände haben und in derselben Form geformt sein.

Die als zu fett oder als zu mager erkannten Gemenge berücksichtigt man nicht weiter und kann nun, indem man eine mittlere Zusammensetzung wählt, unbesorgt mit der laufenden Fabrikation der Häfen beginnen.

Sobald die Versuchshäfen vollkommen trocken sind, bringt man sie, um sie den gleichen Einflüssen auszusetzen, mit der Nummer des Platzes versehen, den sie einnehmen sollen, zusammen in den Ofen, wo man sie von dem Einsetzen bis zu ihrer völligen Zerstörung täglich beobachten kann.

Um für die Zukunft den nötigen Anhalt zu gewinnen, verzeichnet man die an jedem Hafen seit dem Kneten des Thons gesammelten Beobachtungen mit Angabe der Beschaffenheit des Thonteiges, ob derselbe weich oder hart gewesen, ob während des Trocknens der Hafen geborsten sei oder nicht, ob er beim Brennen Risse bekommen und sich verzogen habe u. s. w.; endlich notiert man sich noch seine Haltbarkeit im Ofen, den Zustand, in welchem er sich, nachdem er unbrauchbar geworden ist, befindet und die Ursachen, die seine Zerstörung herbeigeführt haben.

Diese letzteren Beobachtungen dienen, um die in Beziehung auf das Brennumaterial, welches man anwenden und den Glassatz, welchen man verschmelzen muss, vorteilhafteste Zusammensetzung der Hafemasse zu ermitteln, d. h. darüber zu entscheiden, ob man nur eine Art von rohem Thon anwenden, oder ob man den einen durch Zusatz von einem andern verbessern will. Sobald man in dieser Beziehung seine Wahl getroffen, d. h. eine vorteilhafte Zusammensetzung ermittelt hat, geht man unbekümmert an die Anfertigung des nötigen Vorrats an Häfen, denn die Erfahrung hat gelehrt, dass diese um so besser widerstehen, je älter sie geworden sind, bevor sie in Gebrauch genommen werden. In manchen Fällen ist es jedoch vorteilhafter bei einer fettern Zusammensetzung als die, welche sich bei den 10 Versuchen als die beste erwiesen hat, stehen zu bleiben, und Häfen mit dünneren Wänden zu fabrizieren, was zur Abkürzung des Schmelzprozesses beiträgt.

Kompositionen für Häfen. Die nachstehenden Gemenge können als Vorbilder dienen, wenn man Thon von der Beschaffenheit der unten bezeichneten Arten zur Verfügung hat, im andern Falle eine Anleitung geben, wie man aus andern feuerfesten Thonen ebenfalls gute Zusammensetzungen ermitteln kann.

1) Thon aus der Normandie (*d'Hautrage*), für Häfen zu Flaschen Fensterglas:

- | | | |
|-------------------------|---|---|
| 10 Teile roher Thon, | { | Durch ein Sieb geschlagen,
welches auf den Zenti-
meter 20 Fäden zählt. |
| 5 „ gebrannter Thon, | | |
| 5 „ Scherben von Häfen. | | |
- 2) 10 Teile roher Thon, { Desgl.
5 „ gebrannter Thon,
6 „ Häfenscherben.
- 3) Kuvetten zu Spiegelglas:
5 Teile Thon d'Hautrage, { Desgl.
5 „ de Forges-les-Eaux,
5 „ gebrannten Thon,
6 „ Häfenscherben.
- 4) Eine andere Mischung:
5 Teile Thon d'Hautrage, { Desgl.
5 „ Thon von Andennes, sog. Lyoner Thon,
5 „ gebrannter Thon,
7 „ Scherben von Häfen.

Die vorstehenden vier Kompositionen sind für Fensterglas mit Glaubersalz geschmolzen anwendbar.

- 5) Thon von Andennes oder Namur; sogenannter Lyoner Thon:

8 Teile roher Thon,
5 „ gebrannter Thon,
5 „ Scherben von Häfen.

- 6) Eine andere Zusammensetzung:

7 Teile roher Thon,
5 „ gebrannter Thon,
5 „ Scherben von Häfen.

Die gemahlenen, durch ein Sieb mit 13 Maschen auf den Zentimeter gesiebten und trocken gemengten Substanzen werden mit soviel Fluss- oder Regenwasser besprengt, als sie davon aufnehmen können; man knetet den Teig in der früher beschriebenen Weise an und lässt ihn, nachdem man denselben mit einem nassen Tuche überdeckt, mehrere Tage liegen (bei Anwendung von siedendem Wasser wird der Teig noch besser); hierauf knetet man ihn noch 5 bis 6 mal gut durcheinander.

Das Hafenbrett bestreut man mit etwas gebranntem und gröblich gemahlenem Thon und schleudert mit aller Gewalt eine hinreichende Menge der getrockneten Masse auf dasselbe, um daraus den Boden und den fünften Teil der Höhe des Hafens, von unten angefangen, herrichten zu können.

- 7) Thon von Namur, genannt von Ardoise:

7 Teile roher Thon,
5 „ gebrannter Thon,
5 „ Scherben von Häfen.

Dieser Thon verzieht sich leichter als der vorige; übrigens bedarf er derselben Behandlung wie jener. Die Vorschriften 5, 6 und 7 eignen sich zu Häfen für Fensterglas mit Glaubersalz.

- 8) Thon aus der Pfalz (Grünstadt) zu Häfen für Fensterglas mit Glaubersalz:

18) dass die Häfen aus fetten Thonmassen, oder mit starken Wänden, um Risse und Spalten zu verhüten, mit weit mehr Vorsicht, als solche von magerem Thon und dünnen Wänden erhitzt werden müssen;

19) dass man den Schmelzofen auf die Temperatur des Temperofens sich muss abkühlen lassen, bevor man die Häfen einsetzt;

20) dass man die Temperatur des Temperofens 8 bis 10 Stunden in der Hellrotglut erhalte, damit die Wärme Zeit habe die Wände gehörig zu durchdringen, und dass man das Einbringen der Häfen soviel als möglich beschleunigen müsse, ohne jedoch hier irgend welche Unvorsichtigkeit zu begehen.

Fünftes Kapitel.

Die Brennmaterialien.

Definition, Vorkommen, Eigenschaften.

Wie schon an einem früheren Orte gebührend hervorgehoben wurde, vollziehen sich die Prozesse, deren Endresultat das Glas ist, bei sehr hohen Temperaturen und es verdienen daher die Mittel zur Erzeugung jener um so mehr das ganze Interesse der Glasfabrikanten, als nicht nur der Aufwand für dieselben einen beträchtlichen Teil des Selbstkostenpreises für das erzielte Produkt ausmacht, sondern auch die Qualität des letzteren von der Beschaffenheit der Brennstoffe in gewissem Sinne beeinflusst wird.

Zur Erzeugung höherer Temperaturen dienen bekanntlich solche Körper, welche, bis zu einem gewissen Grade erhitzt, die Fähigkeit erlangen, unter Entwicklung von Wärme mit dem Sauerstoffgase der atmosphärischen Luft zu neuen, bei der erzeugten Temperatur flüchtigen, Verbindungen sich zu vereinigen d. h. zu verbrennen, und welche gleichzeitig in genügender Menge und zu entsprechenden Preisen zu beschaffen sind. Solche Körper nennen wir im allgemeinen Brennmaterialien.

Der Anzahl derjenigen Stoffe, welche wir nach der hier gegebenen Definition der Brennmaterialien zu diesen zählen können, ist eine verhältnismässig geringe und von diesen wenigen ist wieder nur eine beschränkte Anzahl für die Zwecke der Glasfabrikation verwendbar, so das Holz, der Torf, die Braunkohle, die Steinkohle, die Koks- und der Anthracit, sei es, dass dieselben direkt zur Anwendung gelangen oder nach ihrer vorherigen Ueberführung in brennbare Gase.

Ursprünglich und bis vor nicht sehr langer Zeit war das Holz das einzige in der Glasindustrie verwendete Brennmaterial und es entsprach dasselbe allerdings auch am vollkommensten den Anforderungen, welche man nach dem damaligen Standpunkte der Technik an einen Brennmachen musste. Jetzt aber hat es schon lange seine ehemalige

erdige Beschaffenheit und die untersten Schichten finden sich so sehr verändert und durch den Druck der auf ihnen lastenden Massen so verdichtet, dass ihre Entstehung aus Pflanzeuresten sich nicht mehr erkennen lässt.

Während die Bildung des Torfes auf diese Weise täglich sich vollzieht, sind die Braunkohlen das Zersetzungsprodukt von Pflanzenteilen, welche jedenfalls in der Umbildungsperiode unseres Planeten angehäuft und durch darüber sich ablagernde Erdmassen bedeckt wurden, welche dem Erscheinen des Menschen auf jenem unmittelbar vorherging. Je nach den verschiedenen Umständen, welche bei diesen Vorgängen obwalteten, bietet sich uns die Braunkohle in den verschiedensten Formen dar, indem auch sie bald eine vollkommen holzähnliche Struktur bewahrt hat, so dass sich die Jahresringe, die Rinde und Blätter der Bäume, aus denen sie entstand, noch deutlich erkennen lassen, während sie an anderen Stellen ein erdiges und fast steinkohlenartiges Ansehen zeigt.

Bei weitem älter endlich, als die Braunkohlen sind die Steinkohlen. Man hat unter Berücksichtigung aller der Umwälzungen, welche nachweisbar nach Beendigung der Steinkohlenbildung auf der Erde stattgefunden haben, versucht, annähernd wenigstens die seit jener Zeit verflossene Anzahl von Jahren zu bestimmen und ist dabei zu dem Schlusse gekommen, dass diese etwa gleich 9 Millionen Jahre zu setzen sei, während man gleichzeitig aus der Mächtigkeit der vorhandenen Steinkohlenablagerungen die zu deren Bildung erforderliche Zeit auf eine Million Jahre schätzt.

Ob nun die Holzmassen, aus denen die Steinkohlen hervorgingen, an derselben Stelle gewachsen, an der die Kohlen sich finden, oder ob sie von andern Orten dorthin zusammengeschwemmt wurden, ob die Steinkohlen einer Zusammenhäufung von Baumstämmen ihre Entstehung verdanken, oder ob man in ihnen verdichtete Torfmoore erkennen müsse, und ob endlich diese Torfmoore aus der Verwesung von Landpflanzen hervorgegangen, oder Sedimente absterbender Meerespflanzen gewesen, — alles Fragen, deren endgültige Beantwortung noch aussteht — so haben wir doch auch in der Steinkohle nur das Zersetzungsprodukt ehemaliger Pflanzen zu erkennen.

Ebenso, wie der Torf und die Braunkohlen, treten auch die Steinkohlen in den verschiedensten Formen auf, in diesen ebenso viele verschiedene Qualitäten repräsentierend. Wie verschieden diese Kohlenarten aber auch sein mögen, stets besitzen sie eine tiefschwarze Farbe und, was als charakteristisches Unterscheidungsmerkmal zwischen ihnen und den steinkohlenähnlichen Braunkohlen dienen kann, auch ein schwarzes Pulver, sowie grosse Dichtigkeit und geben durch ihr Aussehen ihre Abstammung von Pflanzen in keiner Weise zu erkennen.

Wie lange wohl diese von der Natur angelegten Kohlenmagazine noch vorhalten mögen, ist eine oft aufgeworfene Frage, die um so mehr zu denken gibt, als ängstliche Gemüter die Erschöpfung jener Vorräte schon für eine nicht ferne Zukunft haben voraussehen wollen. Nach den neuesten Ermittlungen soll nun in Deutschland der Vorrat an Steinkohlen auf etwa 2 Billionen, in England auf 3 Billionen Zentner sich belaufen

ichzeitig in England etwa 2100 Millionen und in

Die Unsicherheit trifft jedoch die Annahme, dass nur eben die zur Verbrennung nötige Luft zutrete, nicht ein, vielmehr geht aus den Berechnungen von Peclet hervor, dass bei gewöhnlichen Feuerungen die Natur des verwendeten Brennumaterials fast das Doppelte des erforderlichen Luftquantums mit dem Brennstoff in Beziehung bringe, so dass die Temperatur bei Holzfeuerung oft kaum erreicht. Eine solche Temperatur wird aber zum Schmelzen des Glases kaum genügen und es folgt hieraus, wie wichtig die richtige Regulierung des Luftzutritts ist. Aber selbst bei grosser Sorgfalt in der Bedienung und bei vorzüglicher Anlage wird man in der Praxis die Luftzufuhr wohl man anderseits nicht in den entgegengesetzten Fehler der unvollständiger Verbrennung verfallen, nicht unter das Zweifache des erforderlichen beschränken können. Unter dieser Annahme aber wurde die Verbrennungstemperatur des reinen Kohlenstoffs auf

$$8080 \\ 2,98 + (2,66 + 8,93) 0,218 = 1448^{\circ}$$

zurückgehen und in ähnlichem Verhältnisse müssten daher auch die oben angeführten pyrometrischen Wärmeeffekte der übrigen Brennstoffe für die Praxis reduziert werden.

Die Menge der überhaupt zuzuführenden Luft hängt von der Natur des Brennumaterials ab, und lässt sich leicht berechnen. Für wasserfreies Buchenholz, welches, von den Aschebestandteilen abgesehen, in 100 g aus 48,53 g Kohlenstoff, 6,30 g Wasserstoff und 45,17 g Sauerstoff besteht, und daher 0,334 g überschüssigen Wasserstoff enthält, wurden sich bei vollkommener Verbrennung folgende Zahlen ergeben:

48,53 g Kohlenstoff	erfordern	129,4 g Sauerstoff,
0,334 „ Wasserstoff	„	2,672 „ „
	im ganzen	132,072 g Sauerstoff.

Das spezifische Gewicht des Sauerstoffgases zu 1,106 angenommen, sind in 100 Gewichtsteilen atmosphärischer Luft 23,2 Gewichtsteile Sauerstoff enthalten, 132,072 g Sauerstoff erfordern daher 568,6 g = 0,397 cbm atmosphärischer Luft von 0° und 760 mm B.; für 1 kg jenes Holzes daher 3,970 cbm.

Um zu erfahren, wie gross an seiner engsten Stelle der Querschnitt sein müsse, den man z. B. einem 16 m hohen Schornstein zu geben habe, wenn er in einem Glasofen, der in 20 Stunden 3000 kg Glas schmelzt, dem während dieser Zeit zur Verbrennung nötigen Luftvolum den Durchgang verstatten soll, hat man zunächst zu berücksichtigen, dass sich das für 100 g wasserfreies Buchenholz gefundene Luftvolum, zu welchem noch 0,032 cbm für den sich bildenden Wasserdampf setzen, so dass, also im ganzen 0,429 cbm vorhanden sind, wenn die Verbrennungsprodukte mit einer Temperatur von 400° in den Schornstein eintreten, auf

$$400 + 0,429 \cdot 0,00365 = 0,627 \text{ cbm,}$$

da die Gase für jeden Grad, um welchen sie erwärmt werden, um das 365ste Volums sich ausdehnen, anwächst, und dass bei

tallica"*) sagt derselbe gelegentlich einer Beschreibung der Glasmacherkunst:

„Einige Glasmacher haben drei Oefen, andere haben nur zwei, andere endlich nur einen: diejenigen, welche drei Oefen haben, schmelzen das Gemenge in dem ersten Ofen, im zweiten schmelzen sie es um und lassen die gläsernen Gefässe oder die übrigen Werkstücke in dem dritten erkalten.

Der erste Ofen, **Fig. 72 a, Taf. VIII**, soll überwölbt und einem Backofen ähnlich sein. In seiner obern Abteilung, welche 6 Fuss lang, 4 Fuss breit und 2 Fuss hoch ist, erhitzt man bei starkem Feuer aus trockenem Holze das Gemenge, bis es schmilzt und in Glasmasse übergeht und da diese noch nicht von Galle rein ist, nimmt man sie nach dem Erkalten heraus und zerbricht sie in Stücke. In demselben Ofen wärmt man auch die Häfen an, welche zur Aufnahme des Glases bestimmt sind.

Der zweite Ofen, **Fig. 72 b, Taf. VIII**, ist rund, 10 Fuss weit und 8 Fuss hoch. Zur Verstärkung wird er mit 5 Bögen von $1\frac{1}{2}$ Fuss Stärke umgeben. Dieser Ofen besteht ebenfalls aus zwei Abteilungen. Das Gewölbe der unteren Kammer ist $1\frac{1}{2}$ Fuss stark und hat vorne eine enge Oeffnung, um durch dieselbe das Holz auf den Herd werfen zu können, welcher auf der Sohle derselben eingerichtet ist. Im Scheitel des Gewölbes befindet sich in dessen Mitte eine grosse runde Oeffnung, welche nach der obern Kammer führt, damit die Flamme in dieselbe hineinschlagen kann. In der Mauer der oberen Kammer aber befinden sich zwischen den Bögen 8 Oeffnungen von solcher Grösse, dass man durch dieselben die bauchigen Häfen auf der Sohle der Kammer ringsum die weite Oeffnung aufstellen kann; diese Häfen haben eine Wandstärke von 2 Zoll, eine Höhe von ebensoviel Fuss, eine Weite des Bauchs von $1\frac{1}{2}$ Fuss, eine solche der Mündung und des Bodens von 1 Fuss.

In der Rückwand des Ofens befindet sich eine viereckige Oeffnung eine Spanne hoch und breit, durch welche die Hitze in den dritten damit verbundenen Ofen eintreten kann. Dieser letztere Ofen ist viereckig, 8 Fuss lang, 6 Fuss breit und besteht ebenfalls aus zwei Kammern, von denen die untere vorn eine Oeffnung hat, um durch dieselbe Holz auf den Herd werfen zu können, welcher sich ebenfalls auf jenes Boden befindet. An jeder Seite dieser Oeffnung befindet sich eine Nische zur Aufnahme eines länglichen Gefässes von gebranntem Thone, welche ungefähr 4 Fuss lang, 2 Fuss hoch und $1\frac{1}{2}$ Fuss breit ist. Die obere Kammer hat zur Rechten und zur Linken je eine Oeffnung, so hoch und weit, dass durch dieselbe Kästen eingeführt werden können, welche 3 Fuss lang, $1\frac{1}{2}$ Fuss hoch, unten 1 Fuss breit und oben abgerundet sind. In dieselben bringt man die geblasenen Glasgegenstände, damit sie sich abkühlen; denn wenn dieselben nicht in dieser Weise allmählich erkalten, so würden sie zerbrechen. Man zieht sodann die Kästen aus der obern Kammer, setzt sie in die Nischen und lässt sie völlig erkalten.

*) Textübersetzung und Abbildungen nach: **Agricola: de re metallica** Basiliae MDLXI.

Hat man einmal Gestalt und Grösse der Kuppensteine festgesetzt, so lässt sich auch der Bau des Ofens wesentlich abkürzen, und die Schwierigkeiten sind keineswegs so gross, als dass derselbe nicht durch den ersten besten Maurermeister ausgeführt werden könnte; der Hüttenbesitzer ist in keiner Weise von den Launen eines Ofenbauers abhängig, der weniger sein Wissen, als vielmehr nur seine Handarbeit hinzubringt. Geübte Maurer konstruieren mit solchen Steinen das Gewölbe ohne weiteres; für solche aber, die noch wenig Uebung haben, setzt man ein Lehrgerüst ein, welches genau die beiden Kurven der Ellipse darstellt und auf den Bänken aufgesetzt wird.

Beim Legen der Kuppensteine auf die Umfassungsmauer muss man dafür Sorge tragen, die Steine so zu legen, dass die Fugen an solche Stellen fallen, wo die Arbeitslöcher angebracht werden sollen. Auch setzt man wohl beim Beginn des Gewölbes für jeden Hafen einen „Ringstein“ ein, aus welchem später die Arbeitsöffnung, deren Weite sich nach der Grösse der zu fertigenden Arbeiten richtet, kreisrund oder halbbogenförmig mehrere Zentimeter über dem Hafenrande schräg nach unten ausgeschnitten wird; bei Verarbeitung gebrannter Steine sind diese schon hiernach geformt. Sind alle kleinen Gewölbesteine gelegt, so setzt man den Bau der Kappe mit den grösseren fort und schliesst sie mit dem Schlusssteine.

Es ist kaum nötig aufmerksam darauf zu machen, dass der Bau des Ofens in allen seinen Teilen mit der grössten Achtsamkeit und Sorgfalt ausgeführt werden müsse; Schnur, Lineal, Winkelmass und Setzwage müssen beim Legen eines Steins immer zur Hand sein; bevor sie definitiv ihren Platz einnehmen, müssen die Steine sorgfältig aneinander gerieben, gleichsam geschliffen werden; der Thonbrei muss ganz homogen und frei von Kieselsteinen sein, letztere, wenn nötig, durch Sieben entfernt werden. Wird dann auf zwei aneinander gehörige Flächen Thon gestrichen, so findet ein nochmaliges Aneinanderreiben statt, um allen überflüssigen Thon, sowie auch die etwa noch vorhandenen Luftblasen auszutreiben.

Soll über den Schürlochsgewölben eine Nische für einen Versuchshafen angebracht werden, so muss man dieselbe mit eigens angefertigten Steinen überwölben, auf dieses Gewölbe stützt sich alsdann die Kappe.

Die Füchse, welche die Wärme nach den Temperöfen, wo solche noch vorhanden sind, führen und 10 cm breit und 12,5 cm hoch sind, durchbrechen die Kappe etwa 1 m über den Bänken.

Nachdem man in dem Gewölbe den Schlussstein eingesetzt hat, stellt man vis à vis der Mitte jedes Hafens die Arbeitsöffnungen her. Diese müssen so beschaffen sein, dass der Arbeiter mit der Pfeife bis auf den Boden des Hafens gelangen kann, um diesen möglichst vollständig auszuarbeiten. Gewöhnlich gibt man ihnen einen Durchmesser von 0,4 m mit einer Erweiterung nach innen von 5 cm. Das Aussetzen mit den oben erwähnten Ringsteinen ist sehr nützlich, wenn es sich um eine Verengerung der Arbeitsöffnung bei der Fabrikation von kleineren Arbeitsstücken handelt; der Bläser ist dann nicht unnötigerweise einer zu grossen Hitze ausgesetzt, auch erkaltet alsdann das Glas weniger schnell während des Blasens. Doch werden diese Ringsteine

die ebenfalls schädlich werden können. Weiter muss man sich des guten Zustandes der Wasserverschlüsse und der Mauer versichern, welche überall dicht sein müssen, damit nicht etwa Luft in die Kanäle dringe und hier mit dem Gase sich mische.

Es kann vorkommen, dass die Brennmaterialschicht im Generator aus irgend welcher Ursache gerade in dem Augenblicke schwächer wird, wo die im Ofen vorzunehmenden Arbeiten eine neue Beschickung des Generators nicht gestatten; dann muss der Heizer, wenn er kleine blaue Flammen hervorbrechen sieht, die oberen Rostöffnungen nach und nach mit Mörtel verstopfen um das Eintreten von Luft direkt in den Gasraum und hiermit die Bedingungen zu Explosionen zu vermeiden.

In keinem Falle darf man den obern Teil des Rostes völlig von glühenden Kohlen sich entblößen lassen, denn man muss das Eindringen von atmosphärischer Luft in den Generator auf jedem andern Wege, als durch den glühenden Kohlenhaufen, verhindern; ist aber einmal aus Nachlässigkeit des Heizers die Brennstoffsäule soweit gesunken, dass die obersten Partien des Rostes frei liegen, so würde man nichts eiligeres zu thun haben, als die Gasventile zu schliessen und die offenen Stellen des Rostes mit Mörtel zu verstopfen.

Die Anwesenheit kleiner Mengen unveränderter Luft in dem Generator verrät sich durch schwache Detonationen, welche in der Masse, wie das Luftvolum sich vergrössert, zahlreicher und heftiger werden.

Aehnliche Zufälle können sich ereignen, wenn infolge einer grossen Nachlässigkeit seitens des Schürers der Rost durch Schlacken und Koksbrocken so stark verstopft ist, dass die Luft unverändert durch diese glühenden Schlacken streicht.

Die nur lose in ihren Zargen liegenden Schlussdeckel der Fülltrichter und Einsteigeöffnungen, welche der Expansion des explodierenden Gases sofort nachgeben, sind die wirksamsten Präservative gegen etwaige zerstörende Wirkungen solcher Explosionen und haben diese bei dem heutigen Stande der Gasfeuerung ihre frühere Bedeutung als schwer wiegende Uebelstände gänzlich verloren.

Die Nebenöfen.

Ausser den Schmelzöfen macht man in der Glasfabrikation von verschiedenen Nebenöfen Gebrauch, die theils zur Vorbereitung der Rohmaterialien, wie zum Brennen des Thons, zum Erhitzen des Sandes, zum Kalcinieren und Fritten des Glassatzes, theils zum Anwärmen, zum Kühlen und Strecken des geblasenen Glases, theils endlich zum Trocknen des Holzes oder Torfs dienen, und je nach ihrer Bestimmung Temperöfen, Frittöfen, Darröfen, Kalcinieröfen, Strecköfen und Kühlöfen genannt werden.

Zuweilen werden diese Öfen dem Schmelzofen, von welchem sie durch Lünetten oder Füchse ihre Wärme empfangen, angebaut, zuweilen sind sie auch davon getrennt; im letztern Falle haben sie ihre eigene Einrichtung und ihren eigenen Herd. Alle diese Öfen können, mit Ausnahme ihres Herdes, und solcher, in welchen eine, die Rotglühhitze

Die Methoden des Trocknens sind auf den Glashütten ausserordentlich verschieden. Die einen haben in einer gewissen Höhe über der Kappe des Ofens, wenn dieser nicht mit einem Schornsteine überbaut ist, Gerüste von eisernen Stangen in Gestalt eines Rostes, die anderen über den Oefen Kästen von Eisenblech angebracht, die, gehörig beschickt, die für den Schmelzofen nötige Menge trockenen Brennmaterials liefern; zuweilen bedient man sich der Nebenöfen selbst als einer Art Trockenkammer, oder die Holzhaufen sind in dem Hüttengebäude 2 m hoch an der Umfassungsmauer aufgeschichtet. Eine Einrichtung wie die folgende hat stets die befriedigendsten Resultate geliefert. Dieselbe besteht aus einem 15 m langen und, je nach der Länge der Scheite des zu trocknenden Holzes, einem etwa 1,5 m breiten und 1,88 m hohen überwölbten Gange, der am Ein- und Ausgange mit einer Thür, und auf dem Gewölbe, nahe beim Eingange mit einem kleinen Schornsteine versehen ist; zwei auf dem Boden des Kanals befestigte Schienen dienen 13 Waggons, jeder zu 1,88 m Länge, als Geleise, auf welchen diese rollen.

Am Ausgang des Kanals und unter demselben befindet sich ein kleiner Feuerherd von 1 m Länge und 0,34 m Breite, auf dessen Rost man beständig ein schwaches Feuer unterhält. Durch kleine Füchse von 0,05 qm Querschnitt, die aus kleinen etwa 3 m lang beiderseits unter der Sohle des Kanals hinlaufenden und mit dem Herde in Verbindung stehenden Zügen in den Raum einmünden, dringt die Wärme in den letzteren.

Nachdem man den ersten auf der Eisenbahn stehenden Wagen mittels einer über dem Herd befindlichen Winde in den Trockenraum eingeführt hat, hängt man einen zweiten Wagen an, den man dann nach einiger Zeit einen dritten, vierten u. s. w. folgen lässt, bis schliesslich der erste an der Herdseite den Kanal wieder verlässt, um zunächst entladen und dann abermals beladen nunmehr als letzter der Wagenreihe wieder angehängt zu werden. Das grüne Holz gelangt also zuerst in den weniger heissen Teil der gewölbten Kammer und kommt, nachdem es dieselbe allmählich ihrer ganzen Länge nach durchlaufen, vollkommen getrocknet heraus, ohne eine beginnende Verkohlung erlitten zu haben.

Harte Hölzer bedürfen einer längeren Zeit zum Trocknen, als weiche, und man muss sie, damit sie leichter verbrennen, feiner spalten lassen.

Zur Befuerung des Herdes kann Torf oder irgend ein anderes geringwertiges Brennmaterial dienen, falls dasselbe, selbst ohne Flammenbildung, nur die geringe erforderliche Temperatur erzeugt.

d) Kalcinieröfen zum Brennen der Schmelzmaterialien, der Schamotte u. s. w., sind schon früher am geeigneten Orte besprochen worden.

e) Strecköfen zum Strecken des geblasenen Fenster- und Spiegelglases, sowie Kühlöfen zum Kühlen der fertigen Produkte. Die Konstruktion derselben werden wir bei der Besprechung der Fabrikation einzelner Artikel eingehender kennen lernen.

neue umgeschmolzenen Glases in kaltes Wasser, welches die gallebildenden Salze löste, zu entledigen. Es ist hierauf schon bei Besprechung des früher häufig dargestellten sogenannten Schmelzglases in dem die Schmelzmaterialien behandelnden Abschnitte aufmerksam gemacht worden.

Aus den früher mitgeteilten Sodaanalysen geht hervor, dass auch bessere Sodasorten häufig grössere, zehn und mehr Prozent betragende Mengen Sulfat enthalten. Aus diesem Grunde sollte man, um nicht durch reichliche Gallenbildung unangenehm überrascht zu werden, von der Zusammensetzung der zu verschmelzenden Soda stets durch chemische Untersuchung sich überzeugen und von dem ermittelten Sulfatgehalt etwa den achten Teil an Holzkohle dem Gemenge zusetzen.

Wenn nun die gebildete Galle ganz an die Oberfläche gekommen, nicht eher, und die herausgenommenen Glasproben in allen Häfen eine vollkommene Schmelzung zeigen, so schreitet man zur zweiten Beschickung, indem man die Häfen von neuem füllt. Obgleich beim erstenmal die Häfen ganz angefüllt waren, so entsteht doch infolge des Schmelzens ein beträchtlicher leerer Raum, weil das flüssige Glas ein kleineres Volumen annimmt, als die Rohstoffe.

Die zweite Schmelze dauert nur 4 bis 6 Stunden, und der Schmelzer hat hierbei ganz dasselbe zu thun, wie bei der ersten; der zweiten Schmelze folgt eine dritte, zuweilen auch eine vierte, je nachdem die Häfen mehr oder weniger voll geworden sind. Da das Glas einer länger dauernden Reinigung „der Läuterung“ unterworfen werden muss, während welcher dasselbe in einem fortwährenden Aufwallen begriffen ist, so zieht man es vor, die Häfen erst noch gegen das Ende des Läuterns mit Näbeln von der Pfeife oder dergl. ganz voll zu machen. Auf diese Weise hat man während des Blasens oder Umrührens kein Ueberfließen auf die Bänke zu befürchten, eine Vorsicht, die viel zur Konservierung dieser und der Grube beiträgt.

Sobald der zuletzt eingetragene Anteil des Satzes geschmolzen ist, lässt der Schmelzer die Glasgalle auf die Oberfläche steigen, was er dadurch bewirkt, dass er durch Oeffnen der Klappe im grossen Schornstein und der Arbeitsöffnung den Ofen etwas abkühlt.

Wenn der Schmelzer bemerkt, dass sich viel Glasgalle erzeugt, so muss er sie mit dem eisernen Löffel abschöpfen, der hierzu vorher angewärmt und getrocknet wird, wie es auch jedesmal geschieht, wenn der durch Eintauchen in die Glasgalle glühend gewordene Löffel in kaltem Wasser abgeglüht wird. Wenn sich nur noch wenig Galle abscheidet, was man am besten erkennt, wenn man durch eine dunkelblaue Brille die glänzende Oberfläche des geschmolzenen Glases betrachtet, auf welcher die Galle dann in einzelnen dunkeln Flecken erscheint, die man durch etwas Kohlenstaub, den man auf das Glas streut, entfernen, „abbrennen“ kann, wobei jedoch jedes Uebermass von Kohle sorgfältig zu vermeiden ist, so schreitet man zum Blasen oder Umrühren (Bilbern, Bülwern), eine Operation, die zum Zwecke hat eine innige Vermischung der verschiedenen Schichten Glas herbeizuführen, **die wir schon an einem andern Orte beschrieben haben.**

Diesem Blasen, welches übrigens nur etwa $\frac{1}{4}$, höchstens $\frac{1}{2}$ Minute dauert, darf aber nie eher vorgenommen werden, bis keine

oder an ihrer Intensität vermindert, so kühlt sich der Ofen ab, das Glas in den Häfen wird zu dickflüssiger und leistet dem Blasen einen zu grossen Widerstand und verursacht so Unruhe und Verwirrung, wenn der Satz reich an Kalk war.

Um zu verhindern, dass die Asche anflutet, verliert sich das Glas beschmutzt, muss der Ofen sehr geschlossen gehalten werden. Die zur Verhinderung dieses Luftstroms muss durch die Luge unter den Bänken, die ihren Eingang in den Ofenraum bilden, ein oder zwei der Schürflöcher haben, welche die Asche in die Stube des Ofenraumes leitet man, um dem Glas wieder mehr Wärme zuzuführen, damit es von neuem die zur Arbeit nötige Flüssigkeit bekommt.

Die Luft aus dem Ofenraum kommt im Schmelzen die nötige Hitze, vorausgesetzt, dass eine Hitze von genügender Heftigkeit zur Verfügung steht. Außerdem muss darauf gesehen werden, dass die Verwendung von Holz als Brennmaterial möglichst zu vermeiden ist, weil es leicht angezündet werden und es leicht zur Verunreinigung des Ofens durch das Holz während des Kaltschmelzens kommen kann. Die Temperatur des Ofens durch die Schürflöcher von Zeit zu Zeit zu prüfen, ist im Ofen zu gehen, um die Feuer zu stärken. Man muss auch vermeiden, dass das Glas wieder im Ofenraum, das heisst, in die Asche, es seine Festigkeit verlieren und sich mit Glas verbinden.

15. Das Schmelzen von Kristall- und feinem Hohlglase. (Weissbecherglas.)

Wie das Kristallglas nach der ältesten Methode mit Holz, oder nach der neuesten mit Gas geblasen, so wird die Schmelzarbeit, welche in dieser Form geschieht, in diesen Häfen vorgenommen werden kann. Es ist von dem Ofen des Kristallglases verschieden. Wenn der Ofen als Brennmaterial verwendet wird, so ist zur Vermeidung schädlicher Einwirkungen von Rauch und Gas in geschlossenen Häfen geschlossen, welche die Luft sehr häufig der geringeren Einwirkung der Hitze und des Schmelzens des Ofens der Schmelze so sehr, dass in 12 bis 24 Stunden erforderlich ist, das Glas fertig zu erhalten. Man verhindert in diesem Falle ebenfalls durch die Teilung der Arbeit in Schmelzen, Kaltschmelzen und Blasen der schmelzen Häfen durchzuführen, bis der Ofen sich in gleichmässiger Temperatur und hat dann durchschnittlich eine gewisse Anzahl Häfen, die immer gearbeitet wird, während andere in der Schmelze resp. in der Lagerung stehen.

Die Kristallgläser im allgemeinen sind schmelzbarer als die zu Tafelglas, so wird die zum Schmelzen nötige erforderliche Hitze für die Bläser weniger hoch. Sie sind aber weiter der Flamme noch der unmittelbaren Hitze des Ofens ausgesetzt, denn die schalenförmigen Manövrieren der Häfen, die während des Schmelzens mit einem einfachen oder doppelten Ventilen verschlossen gehalten werden, fällen die Arbeitserleichterung vollständig aus, während die Flamme von dem Zügen in der Pfanne angezogen wird.

Das erwähnte Verschliessen der Hafenhäuse einerseits, wie das Öffnen derselben andererseits gibt bei diesem Betriebe das einzige Mittel ab, die Temperatur jedes einzelnen Hafens dem augenblicklichen Stadium

10) Mit Glaubersalz und Schwerspat.

.	100 kg	Kohlensaurer Kalk . . .	32 kg
Glaubersalz	15 „	Kohle	2,5 „
Schwerspat	28 „	Glasbrocken	100 „

11) Halbweisses Glas mit Glaubersalz.

.	100 kg	Kohle	3 kg
Glaubersalz	44 „	Zerfallener Kalk . . .	6 „

12) Desgleichen.

.	100 kg	Kohle	3 kg
Glaubersalz	50 „	Kalkstein	20 „

13) Desgleichen.

.	100 kg	Kohlenpulver	3 kg
Glaubersalz	45 „	Kohlensaurer Kalk . . .	18 „

14) Desgleichen.

.	100 kg	Kohle	2 kg
Glaubersalz	32 „	Kalkstein	45 „

15) Desgleichen.

.	100 kg	Kohle	3 kg
Glaubersalz 2 1/2	30 „	Kalkstein	30 „

16) Desgleichen.

.	100 kg	Soda	6 kg
Glaubersalz	35 „	Kalkstein	30 „
.	3 „		

B. Weisses Tafelglas.

1) Mit Pottasche.

.	100 kg	Zerfallener Kalk . . .	12 kg
Pottasche, gereinigte . . .	60 „	Glasbrocken	100 „

2) Weisses böhmisches Tafelglas.

.	100 kg	Braunstein	9,5 kg
Pottasche, gereinigte . . .	50 „	Glasbrocken	100 „
Kohle	12 „		

3) Weisses Tafelglas.

weisser	100 kg	Salpeter	
sche, gereinigte	48—55 „	Glasbrocken	1
e	50 „		

4) Weisses Tafelglas.

weisser	100 kg	Salpeter	2
sche	50 „	Nickeloxydul	0
e	30 „		

5) Weisses Natron-Tafelglas.

weisser	100 kg	Weisser Arsenik	0,
e	35 „	Braunstein	0,
80°	33 „	Glasbrocken	100

6) Weisses Tafelglas mit Glaubersalz.

weisser	100 kg	Kohle	2
ersalz	35—40 „	Glasbrocken	100
nsaurer Kalk	30—35 „		

7) Weisses Tafelglas mit Glaubersalz (Belgien).

weisser	100 kg	Kohle	1
ersalz	36 „	Glasbrocken	100
nsaurer Kalk	40 „		

8) Böhmisches, sogenanntes Solinglas.

weisser	100 kg	Arsenik	0
sche	45 „	Braunstein	0
hydrat	12 „	Glasbrocken	100

9) Anderes Solinglas.

weisser	100 kg	Kalkhydrat	14
sche	40 „	Arsenik	0
alz	5 „	Glasbrocken	100

10) Solinglas.

weisser	100 kg	Kalkhydrat	12
sche, gereinigte	40 „	Arsenik	0
er	2 „	Glasbrocken	100

11) Gewöhnliches weisses Tafelglas.

.	100 kg	Kalkstein	38 kg
bersalz	32 „	Kohle	2,25 „
ische	8 „	Glasbrocken	100 „

12) Weisses Tafelglas*).

.	100 kg	Soda	8 kg
ische	45 „	Glasbrocken	100 „

13) Weisses Glas mit Natronsilikat aus Kochsalz.

onsilikat	100 kg	Kalkstein	56 kg
l, weisser	70 „	Glasbrocken	100 „

14) Französisches weisses Natron-Tafelglas.

l, weisser	100 kg	Braunstein	0,25 kg
.	62 „	Arsenik	0,2 „
lensäurer Kalk	8 „		

15) Französisches weisses Natron-Tafelglas.

l, weisser	100 kg	Kohlensäurer Kalk	15 kg
.	30 „	Braunstein	0,25 „

16) Desgleichen.

l, weisser	100 kg	Braunstein	0,25 kg
a	30 „	Arsenik	0,2 „
ide	35 „		

17) Desgleichen.

l, weisser	100 kg	Braunstein	0,25 kg
a	35 „	Arsenik	0,2 „
ide	40 „		

18) Glassätze der nordfranzösischen Glashütten**).

l	100 kg	Braunstein	0,5 kg
bersalz	35—40 „	Arsenik	0,5—1 „
kstein	25—35 „	Brocken versch. Mengen.	
le	1,5—2 „		

*) Man beachte die gänzliche Abwesenheit des Kalks in diesem Satze
 schliesse daraus auf die Zuverlässigkeit derartiger Rezepte.

**) Henrivaux, 234.

—
—
—

1. Tag.

—
—
—

—
—
—

2. Tag.

—
—
—

—
—
—

3. Tag.

—
—
—

—
—
—

4. Tag.

—
—
—

—
—
—

5. Tag.

—
—
—

—
—
—

... zur Herstellung von Gläsern zu
... dass dasselbe vermöge seines
... in optischen Zwecken vorzugsw
... Eigenschaften des Produkts bedin
... die Thatsache, dass das Lithi
... dass es vielmehr nur an Stelle
... dass das Glas spezifisch leich
... für optische Gläser so wichtigen l

... Glas weiss und von guter Beschaffenhe
...

I.

Quarz	100 kg	Arsenik	1,6 kg
Pottasche, gereinigte	66,5 „	Braunstein	0,2 „
Marmor	33 „	Kobaltoxyd	0,01 „
Salpeter	6,5 „		

II.

Quarz	100 kg	Arsenik	1,6 kg
Pottasche, gereinigte	70 „	Braunstein	0,2 „
Kalkhydrat	20 „	Schmalte	0,025 „
Salpeter	6,5 „		

selbst wenn die in denselben angeführte gereinigte Pottasche nie einmal sehr hochprozentig gewesen. Für 90 Prozent Pottasche würde beispielsweise Nr. II ergeben

	in Prozenten	in Aequivalenten
Kieselsäure	62,1	6,1
Kalk	9,4	1
Kali	28,3	1,8

entsprechend einer weitaus zu grossen Basizität.

Aber auch nach Einführung des Gusspiegelglases hielt man noch lange an leicht schmelzbaren Gemengen fest, um bei der verhältnismässig geringen Leistungsfähigkeit der alten Oefen ein recht flüssiges Glas für den Guss zu erhalten. Ausserdem war unter den Praktikern ganz allgemein die Ansicht verbreitet, dass ein gewisser Kalkgehalt allerdings notwendig, ein zu hoher aber die Schönheit, überhaupt die Qualität des Glases beeinträchtige. Namentlich schrieb man dem Kalk färbende Eigenschaften zu, was bei der grossen Stärke der gegossenen Platten allerdings schwer ins Gewicht fallen musste. Dass selbst ein geringer Eisengehalt eines Kalksteins hier sehr unangenehm bemerkbar werden muss, ist einleuchtend, wenn aber Allut*) dem Kalk die Eigenschaft beilegt, das Glas mehr oder weniger gelb zu färben, so dürfte dies vielleicht auf einen Gehalt an organischer Substanz des verwendeten Kalksteins zurückzuführen sein.

Aus den angeführten Gründen sind die älteren Sodasätze für gegossenes Spiegelglas durchweg sehr basisch gehalten und gleichzeitig kalkarm, wie die nachstehend mitgeteilten unschwer erkennen lassen:

Aeltere Soda-Sätze für Gusspiegelglas.

1) Sand, weisser	100 kg	Glasbrocken	100 kg
Soda, reine	35 „	Salpeter	2 „
Kalkhydrat	20 „	Braunstein	0,25 „
2) Sand, weisser	100 kg	Kalkhydrat	16 kg
Soda, gereinigte	30 „	Glasabfälle	100 „
Pottasche, gereinigte	7 „		

*) Encyclopédie par ordre de matières: „Glases“.

der zum Kühlen der Pfeife bestimmte Wasserkübel steht, während das Einfriedigungsgeländer der Arbeitsbühne jener zum Stützpunkt beim Rollen dient, **Fig. 176, Taf. XIX.**

Nachdem wir die hauptsächlichsten beim Formen des Glases durch Blasen gebräuchlichen Instrumente kennen gelernt haben, lassen wir nach Knapp die Beschreibung der Herstellung einer Flasche nach dem auf dem Spessart üblichen Verfahren folgen.

Sobald die Arbeitslöcher geöffnet sind und von der Oberfläche des Glases die Galle rein abgeschöpft ist, sucht der Bläser nach und nach soviel Glas an seiner Pfeife zu befestigen, als er zu einer Flasche zu bedürfen glaubt, wobei ihn Uebung und ein gutes Augenmass fast unbedingt sicher leiten. Beim Eintauchen der vorher erhitzten Pfeife in den Hafen bleibt etwas Glas hängen, welches durch gelindes Einblasen unter fortwährendem Umdrehen der Pfeife, weil sonst das Glas schnell abfließen würde, zu einer kleinen hohlen Kugel geformt wird. Nachdem diese soweit erkaltet ist, dass sie nicht mehr zusammensinkt, wird durch ein nochmaliges Eintauchen eine zweite Glasschicht aufgenommen, auf dieser eine dritte, bis der Glasballen, der nun das Kölbchen oder der Ballen genannt wird, an der Pfeife hinreichende Masse hat, inzwischen aber das anhängende Glas jedesmal durch Rollen oder Walzen in den Vertiefungen des Marbels abgerundet und symmetrisch gerichtet und dabei Luft in die Pfeife geblasen, so dass eine schwache Höhlung entsteht und erhalten wird. Das so gebildete Kölbchen, welches nunmehr die Gestalt einer dickwandigen Hohlkugel erhalten hat, wird nach dem Erkalten sofort geschränkt, d. h. es wird mittels einer ausgeschnittenen Klinge etwas von der Pfeife abgeschoben und da, wo es mit derselben zusammenhängt, eingeeengt, so dass das hohle Gefäß die Birnform, **Fig. 179, Taf. XX,** erhält. Der bauchige Teil hat am Boden die meiste Dicke, weil von hier aus die Flasche weiter geformt wird; er befindet sich vor der Pfeife und hängt mit dieser nur durch einen kurzen dicken Hals zusammen. In diesem Zustande erfolgt das erste Anwärmen. Sobald das Glas erweicht ist, nimmt der Arbeiter die Pfeife aus dem Ofen, hält sie abwärts gerichtet und bläst unter pendelartigem Schwingen Luft ein. Durch das Einblasen von Luft wird der Bauch der Birne aufgetrieben, durch das Schwenken der obere Teil verlängert, so dass ein beutelförmiger Körper, **Fig. 180, Taf. XX,** entsteht, dessen Hals in der Hauptsache die richtige Form schon besitzt. Sobald der Bauch jenes beutelförmigen Gefäßes sich dem lichten Durchmesser der Form, **Fig. 181, Taf. XX** (eines Holzklotzes mit einer einfachen cylindrischen, besser nach unten zu schwach konisch verlaufenden, Höhlung), nähert, so wird das Arbeitsstück in diese Form eingesenkt, wie die Figur es darstellt, und kräftig Luft eingeblasen. Der Druck dieser Luft kann den Hals nicht auftreiben, weil dieser schon bei dem Anwärmen nur wenig Hitze empfangen hat und zu dieser Zeit nicht mehr weich genug ist. Dagegen werden die Wände des Bauches aufgetrieben und gezwungen sich an die Wand der Form anzuschmiegen, wodurch das Gefäß Cylindergestalt annimmt. Die Flasche ist so der Hauptsache nach fertig, es fehlt ihr nur noch die richtige Gestalt des Bodens und der Mündung. Der Formung des Bodens geht das zweite Anwärmen voraus, wobei jedoch die Flasche nur soweit in

um die darin befindliche Glasmasse vor der Berührung mit dem Rauche zu schützen, mit einer Ueberwölbung versehen, wodurch er die Gestalt einer Retorte mit ganz kurzem Halse erhielt. Hierdurch aber wurde das in die Häfen eingelegte Gemenge der Einwirkung der Ofenhitze zum guten Teile entzogen, so dass die Schmelze unverhältnismässig verlängert wurde und man sich gleichzeitig gezwungen sah, die Menge der Schmelzmittel zu vermehren und man erkannte dann bald in dem Bleioxyd das vorzüglichste hierzu geeignete Material und verwendete dasselbe in der Folge in so grossen Verhältnissen, als es nur geschehen konnte, ohne eine gelbliche Färbung hervorzurufen. Dies war gegen Ende des 17. Jahrhunderts, denn als Dolland seine ersten Versuche über Achromatismus anstellte, scheint das Flintglas mit Bleioxyd für Trinkgläser, Vasen und dergl. schon längere Zeit in Gebrauch gewesen zu sein.

Die Glasmenge zur Fabrikation des Kristalls sind bereits S. 331 mitgeteilt und man verwendet dazu nur die reinsten Materialien.

Um den Satz zu schmelzen, wendet man entweder offene oder bedeckte Häfen an; erstere bei Holzfeuerung, die jedoch nur wenig in Gebrauch ist oder bei Gasfeuerung, letztere bei direkter Kohlenfeuerung.

Ausser den gewöhnlich in den Satz eingehenden Bestandteilen hat man noch andere Substanzen zugesetzt und Maës und Clemandot haben schon vor länger als 20 Jahren gezeigt, dass Borsäure bei der Darstellung von Luxusgegenständen von Glas äusserst vorteilhaft angewendet werden kann; das Bleioxyd lässt sich alsdann durch Zinkoxyd und das Kali ganz oder teilweise durch Natron oder Baryt ersetzen. Die bor-kieselsauren Verbindungen von Zinkoxyd und Kali, von Kali und Baryt, von Natron und Zink, wie sie von Maës und Clemandot entweder für Gegenstände des Luxus oder für optische Gläser hergestellt wurden, sind ausgezeichnet durch ihren Glanz, ihre Dauerhaftigkeit und ihre Farblosigkeit. Der hohe Preis der Borsäure erlaubt jedoch nicht, sie für gewöhnlich anzuwenden.

Dass der Baryt schon vielfach in die Kristallglasfabrikation eingeführt worden, ist bereits an andern Orten gebührend hervorgehoben. Das Kali-Barytglas von ähnlicher Zusammensetzung als Kali-Kalkgläser zeichnet sich vor diesen durch höheres spezifisches Gewicht und schöneren Glanz aus, so dass es in dieser Beziehung zwischen dem böhmischen Kristall und dem Bleikristall mitten inne steht, letzteren auch in Bezug auf Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einwirkungen bedeutend überragend.

Die Verarbeitung des Kristallglases vor der Pfeife ist im grossen und ganzen dieselbe, wie beim gewöhnlichen Hohlglase; nur bieten die besonderen Eigentümlichkeiten des Kristalls, seine grosse Dünnflüssigkeit, die der Bearbeitung hinderlich ist, seine grössere Weichheit, die sie fördert, seine geringe Neigung zum Entglasen, welche eine häufigere Anwärmung der Stücke gestattet, sowie die leichte Reduzierbarkeit des Bleioxyds, welche zum Anwärmen eine reduzierende Flamme völlig ausliefert, hier und da Veranlassung, Modifikationen in der Arbeit einzuführen zu lassen. Um endlich beim Arbeiten grösserer Stücke, wodurch

sich, welches for
wird, dann nim
gleichförmigem I
Schwamm, so d
ein besseres Haft
mittel auf, glätte
worauf man die
Linse in die so
Nach Beendigung
sorgfältig untersu
aufeinander folge
beseitigt.

*) Henrivau

Natron bedecken; die Punkte, Streifen, Schliere, Knoten, Blasen u. s. w. Diese Fehler rühren von einer schlechten Länterung oder von Unreinlichkeiten beim Schmelzen und Giessen des Glases her. Die meisten derselben sind um so schwieriger zu vermeiden, je grösser die Dimensionen des Spiegels sind.

Die Verpackung der Spiegelscheiben erfordert viel mehr Sorgfalt als die des Fensterglases, denn die geringste Reibung von einem harten Körper würde Kratzeln auf der polierten Fläche verursachen. Man wendet daher sehr starke und vollkommen geschlossene Kisten an, jede wird mit Seidenpapier umwickelt und durch Bänder aus einem weichen Filz, den man eigens für den Bedarf der Spiegelmanufakturen fabri- cirt, von den andern getrennt. Diese Tafeln werden ausserdem noch in hölzerne Leisten, welche an den Wänden oder auf dem Boden der Kiste angeschraubt sind, festgehalten; endlich muss auch die Verpackung so solid und sorgfältig geschehen, dass durch das Umfallen einer Kiste keine dem Spiegel schädlichen Vibrationen entstehen.

d) Das Belegen der Spiegel.

Wenn die polierten Glastafeln zu Spiegeln dienen sollen, so sieht man sie auf einer ihrer Flächen mit einem metallischen Ueberzuge „dem Belege“, wodurch sie die Eigenschaften erhalten, die Lichtstrahlen ohne Zerstreuung zu reflektieren und Bilder von regelmässiger Klarheit zu liefern.

Man kann sich zu diesen Belegen sehr vieler Metalle bedienen, sofern sie eine glänzende Oberfläche zeigen. In früheren Zeiten wendete man Bleifolie an, die jedoch ihrer unreinen Farbe und ihres zum mangelnden Glanzes wegen keine reinen, klaren Bilder gab. Von mancherlei andern Mitteln, diesen Uebelständen zu begegnen, hat man im Verlauf der Zeit ein Zinnamalgam am besten bewährt, so dass dieses vorzugsweise zum Belegen der Spiegel angewendet wird. Die Anwendung von Quecksilber ist aber der grösste Nachtheil für die Gesundheit der Arbeiter verbunden, es stellen sich unheilbare Krankheiten ein, denen sie nach langen und schmerzhaften Leiden unter mählichem Verlus- te ihrer geistigen und körperlichen Kräfte endlich erliegen. Wenn auch die Arbeiter durch grosse Vorsicht diese traurigen Erscheinungen mildern können, so können sie die Ursachen derselben doch nicht gänzlich vermeiden, ebensowenig wie man bis jetzt ein sicheres Mittel gegen die Folgen aufzufinden vermocht hat.

Denn wenn sie sich auch vor der unmittelbaren Berührung mit dem giftigen Metall durch Benutzung dicker, im Innern mit tierischer Blase gefütterter, Lederhandschuhe einigermaßen schützen können, so ist dies rücksichtlich des weit gefährlicheren Einatmens der Dämpfe kaum möglich. Dass während der Arbeitszeit eine besondere Kleidung getragen werden soll, etwa von Gummistoff, die überall dicht an dem Körper liegt, dass eine zweckmässig eingerichtete Mütze den Kopf bedeckt, dass Gesicht und Hände mit Fett eingerieben werden sollten, vermag sich eigentlich von selbst, aber alle diese Vorsichtsmassregeln schützen nicht gegen das Einatmen der Dämpfe. Mund und Nase mit einem feuchten Schwamme zu verbinden ist lästig, und so dürfte wo-

übrigen ähnlich wie bei der Versilberung verfahren. Auch hier ist der Aufwand an Edelmetall ein verhältnismässig geringer, da nur wenig Gold auf dem Glase sich absetzt, während der grössere Teil in der Flüssigkeit suspendiert bleibt und durch Abfiltrieren und Glühen wiedergewonnen wird.

Auch eine Lösung reinen Glycerins von 28° B. in einem gleichen Volumen destillierten Wassers ist als Reduktionsmittel vorgeschlagen worden. Man löst die 1 g Feingold entsprechende Menge Goldchlorid (= 1,542 g) in 200 ccm Wasser und setzt Aetznatron bis zur alkalischen Reaktion zu, worauf man zu der Lösung noch 2 bis 3 ccm des verdünnten Glycerins mischt. Als bald färbt das Goldbad sich dunkelbraun und nach kurzer Zeit ist die Abscheidung des Metalls beendet.

So erhaltene Goldüberzüge lassen sich schliesslich noch durch Überziehen mit einem leicht schmelzbaren Glasflusse und Einbrennen desselben in der Muffel auf der Tafel befestigen.

s die zum Verarbeiten nötige Konsistenz erlangt hat. Hierbei ist es darauf an möglichst viel Luft unter die Glasmasse zu bringen und die feinsten Bläschen zu verteilen, wodurch der eigentümliche Glanz und der Atlasglanz hervorgebracht werden. Meistens sieht man weissen und schwarzen Schmelz, es braucht aber kaum der Bemerkung, dass man ihn auch in andern Farben mehrfarbig und gefärbt würde anfertigen können.

Facettierte Perlen erhält man aus Röhren, deren Erzeugungscylinder vor dem Ausziehen durch Pressen, Formen oder Schleifen entsprechend façonné worden war. Indem ein solches Prisma zu einer Faser ausgezogen wird, behält jeder Querschnitt der letzteren eine dem Grundprisma ähnliche Gestalt. Grössere Perlen werden eingeschliffen oder durch Aufschmelzen von bunten Fäden, Tropfen dergl. aufs mannigfachste verziert.

Vierzehntes Kapitel.

Arbeiten vor der Glasbläserlampe.

Die Zahl der Gegenstände, die von Glas vor der Lampe angefertigt werden, ist sehr gross, so dass es kaum möglich sein würde, sie allnamentlich aufzuführen; als die häufigsten nennen wir nur Thermometer, Barometer, Aerometer, viele physikalische und chemische Apparate, künstliche Augen, gesponnenes Glas, Nadeln mit Glasköpfen, Broschen, Blumen u. s. w.

Das hauptsächlichste Werkzeug des Lampenbläfers ist das Gebläse selbst. Für kleinere, gelegentliche Arbeiten können die in verschiedenen Formen, deren eine in **Fig. 352, Taf. XXX**, vorgeführt ist, gebräuchlichen Aeolipilen dienen. Eine kupferne Kugel *A* ist mit einer Öffnung *B* versehen, welche zum Einfüllen von Alkohol und nach dem Verschlusse mit einem gut passenden Kork beim Erhitzen der Kugel gleichzeitig als Sicherheitsventil dient. Unter der Kugel befindet sich eine Weingeistlampe *D*, durch deren Flamme der etwa $\frac{2}{3}$ des inneren Raums der Kugel einnehmende Alkohol ins Sieden gerät und seine Dämpfe durch das bis in das obere Drittel der Kugel geführte Rohr *C* in die Flamme der Lampe *D* sendet, so dass eine kräftige, hochtemperierte Spitzflamme nach vorne aus dem hier durchbrochenen Blechmantel des Apparats austritt.

Vollkommener ist das in **Fig. 353, Taf. XXX**, abgebildete Gebläse, welches aus einem mit dem Fusse zu tretenden Kautschukblasebalg *B*, einem eben solchen Windsammler *W*, einem beide verbindenden Kautschukschlauche *R* und einem Blasrohr *S* besteht. Das letztere trägt entweder eine einfache aus Messing, besser von Platin gebildete, wechselbare Spitze mit einer $\frac{1}{2}$ bis 2 mm weiten Bohrung, vermöge deren der Windstrom in die Flamme einer zugehörigen Oellampe geblasen wird oder es ist, wie die Figur zeigt, diese Spitze mit einer weiteren Röhre ummantelt, in welche mittels eines seitlichen Ansatz

einem Ende einen kleinen Kautschukbeutel befestigt. Durch ~~an~~ den Beutel ausgeübten Druck lässt sich der Quecksilberfaden ~~na~~ nach durch die ganze Länge der Röhre schieben, und indem di ~~ein~~ einem feingeteilten Massstabe liegt, kann man überall die L~~ä~~ Quecksilberfadens messen. Zeigt sie sich hierbei überall gleich, die Röhre vollkommen kalibrisch, und man bläst nur eine Kug schmilzt ein cylindrisches Gefäss an. Für gewöhnliche Therm geschieht dies, indem man das eine Ende der Röhre zuschmilzt, Ende erhitzt und dann durch das andere Ende mit dem Mund bläst, wodurch man eine mehr oder weniger grosse Kugel erhält. Hierbei leicht etwas Feuchtigkeit in die Röhre kommt, so wend für vollkommenere Instrumente eine der früher beschriebenen ~~l~~ lungswesen an.

Zum Füllen der Röhre nimmt man reines, frisch ausge Quecksilber, bringt es in eine oben an das offene Ende der Röh geschmolzene Ansatzröhre, oder, wenn diese nicht vorhanden einen kleinen auf der Röhre mit Hilfe einer Kautschukröhre au ten Trichter, wobei man das Quecksilber, um es von allem St befreien, durch einen Baumwollenbausch fliessen lässt. Nachd geschehen, erhitzt man die ganze Röhre nebst Kugel in eine geistlampe, wodurch die Luft zum Teil ausgetrieben wird u Erkalten Quecksilber in die Kugel dringt. Erhitzt man nun di zum zweiten Male und bringt das Quecksilber in der Kugel zum so wird fast alle Luft aus dem Thermometer entfernt und das silber die Kugel beinahe ausfüllen. Man darf dabei die Kugel allmählich aus der Flamme entfernen, damit dieselbe durch d liche und stürmische Zufließen des Quecksilbers nicht zert werde. In der Regel bleibt hierbei noch eine kleine Luftblase Uebergange aus der Kugel in die Röhre sitzen, weshalb man, auszutreiben, die Kugel in vertikaler Stellung der Röhre noch hitzt, wobei sie durch das Quecksilber aufsteigt. Nach dem l sind nun Kugel und Röhre mit luftfreiem Quecksilber gefüllt giesst letzteres aus der Ansatzröhre und treibt davon auch noch Tröpfchen aus der Thermometerröhre selbst aus, um sich na Erkalten von dem Stande des Quecksilbers bei der obwaltende peratur überzeugen zu können und hiernach unter Berücksichtig Temperaturgrade, für welche das Instrument eigentlich werden s stimmen zu können, ob man noch mehr Quecksilber entferne wieder etwas nachfüllen müsse. Im letztern Falle muss man

das Quecksilber in das Ansatzgefäss bringen und durch Er etw Kugel den Quecksilberfaden der Röhre mit jenem vereinigen der ~~in~~ zieht man die Röhre an dem oberen Ende des Therm Nämlich feine Spitze aus, erwärmt das Instrument, in eine Quecksilber sich an der Spitze zeigt, worauf man di Tröpfchen ~~Que~~ nimmt und die Spitze zuschmilzt. Sollte ne aus der Flam zwischen dem Quecksilber geblieben sein, so kleine Luftblase ~~erminderten~~ Drucke stark ausdehnen und sieht sich unter dem ~~ve~~ sie dann wenigstens über die Oberfläche des den, und man muss ~~suchen.~~ silbers zu bringen :

regen kann, ohne dass Luft eintritt; dies nachgerühnte Quecksilber
man schliesslich noch bis zum Kochen, worauf man die Röhre
und abkühlen lässt.

Die Anfertigung oder vielmehr das Füllen und Auskochen
Heberbarometerröhren geschieht ganz auf dieselbe Weise, nur dass
sie in der Regel zweimal auszukochen pflegt.

und 1500 Touren pro Minute an, welcher bei einer 2,5 cm weiten Düse eine Pressung von etwa 10 cm Wassersäule liefert. Der durch eine passende Vorrichtung in die Düse eingeführte Sand wird von dem Luftstrom gegen die in 2,5 cm Entfernung vor der Düse vorbeigeführte Glasplatte geschleudert, wobei jedes Körnchen die letztere ein wenig ritzt, so dass sie in etwa 10 bis 15 Minuten vollständig matt erscheint. Durch Reservagen aus Papier, Geweben, Farben, welche aus freier Hand mittels Schablonen oder durch Umdruck (vergl. unten unter Aetzung) aufgetragen werden können, lassen sich dabei beliebige Muster ausprägen und auf farbigem Ueberfangglas sowohl, wie auf blankem Glas die reizendsten Zeichnungen ausführen.

Die zartesten Tüll- und Spitzenmuster, silberzarte Landschaften, selbst Miniaturbilder können auf diese Weise seidenartig mattweiss auf blankem oder farbigem Grunde eingeschliffen werden. Indessen fehlt diesen Zeichnungen einerseits die Plastizität des Schliffs und anderseits aber zeigen sie ein ganz gleichförmiges Matt, während das Aetzen mit Flusssäure immerhin gewisse Nüancierungen des Matt erreichen lässt.

Die Anwendung der Fluss- oder Fluorwasserstoffsäure zum Aetzen des Glases gründet sich auf die grosse Verwandtschaft des Fluors zum Kiesel oder Silicium, mit welchem dasselbe eine gasförmige Verbindung (Fluorsilicium) bildet. Kommt Fluorwasserstoff mit einem Silikat in Berührung, so tritt das Fluor desselben mit dem Kiesel der Kieselsäure zu Fluorkiesel und sein Wasserstoff mit dem Sauerstoff derselben zu Wasser zusammen, während gleichzeitig auch die Basen des Silikats in die entsprechenden Fluorverbindungen übergehen.

Die Form, in welcher man den Fluorwasserstoff anwendet, ist nach den Zwecken verschieden; man lässt ihn entweder als Gas, als wässrige Lösung oder auch *in Statu nascendi* in einem Gemenge von gepulvertem Flussspat (Fluorkalcium) und Schwefelsäure oder von Fluoralkalien mit Salz- oder Essigsäure auf das Glas einwirken.

Die technische Gewinnung der wässrigen Fluorwasserstoffsäure geschieht durch Destillation des Flussspats mit Schwefelsäure unter gelinder Erwärmung, wobei in der wohlgeköhlten Vorlage die Säure sich verdichtet, sei es in reinem Zustande, sei es in wässriger Lösung, wenn die Vorlage, was die Kondensation sehr begünstigt, Wasser enthält.

Destilliert wird aus einer bleiernen Flasche; in die Mündung derselben wird ein bleierner Pfropf eingesetzt und die Fuge mit Vitriolöl oder geschmolzenem Kautschuk verschlossen. In dem Pfropf ist mit ihrem einen Ende eine zweischenkelige Bleiröhre befestigt, deren anderes Ende in das zur Absorption der Säure bestimmte Wasser geführt wird, so dass es nur wenig in dasselbe eintaucht. Das Wasser befindet sich ebenfalls in einem Bleigefässe, welches von aussen durch Schnee oder Wasser kalt gehalten wird. Die Entwicklungsflasche wird dann im Sandbade gelinde erwärmt und die Säuredämpfe werden solange in das Wasser geleitet, bis die Flüssigkeit schwach zu rauchen beginnt; man erhält alsdann eine zum Aetzen des Glases nöthig

hinreichend starke Säure. Handelt es sich darum, in einfachster

schnell eine solche Lösung zu bereiten, so lässt man Schwefel-

Die Eichung von Hohlgläsern jeder Art, der feinsten Normalinstrumente, ist nach dem neuen Verfahren sehr leicht, rasch und sicher auszuführen.

Viele Fabriken in Deutschland, Frankreich, Belgien und England haben bereits die Lizenz erworben und arbeiten namentlich Beleuchtungsartikel, Trinkgläser, überhaupt verzierte und graduierte Gläser aller Arten mit dem besten Erfolg. In Berlin, Leipzig, Paris, Lyon und London sind seit kurzem Anstalten eingerichtet, welche nach dem L. Nienstädt'schen Verfahren alle in das Fach schlagenden Arbeiten ausführen.

Die zur Aetzung erforderlichen Rohmaterialien kommen in sehr kleinen Quantitäten zur Verwendung, sind ausserdem so billig, dass sie bei Kalkulationen fertiger Arbeiten kaum berücksichtigt zu werden brauchen. Da die Arbeiten von den billigsten Arbeitskräften (Mädchen, Kinder) sehr rasch und leicht auszuführen sind, so bedingt eigentlich nur die Arbeitszeit, die Geschicklichkeit und Uebung der Arbeiter, den Preis der fertigen Arbeiten.

Zur Versendung und Aufbewahrung der Rohmaterialien dienen gewöhnliche Glasgefässe, man erspart also teure Emballagen von Guttapercha, wie man deren bei der Verwendung von Fluorwasserstoffsäure als solche bedarf. —

Hyalographie ist die von Böttger und Bromeis entdeckte Kunst, auf Glasplatten zum Druck sich eignende Zeichnungen einzuzätzen, genannt worden. Die genauen Angaben über dies Verfahren sind nicht veröffentlicht; man weiss nur, dass auf die mit einem dem Kupferstecherätzgrund ähnlichen Ueberzug versehenen Glasplatten die Zeichnung radiert wird, dass die Platten mit einem Wachsrand umgeben werden, damit man die zum Aetzen angewendete Flüssigkeit darauf giessen kann, die man dann solange darauf einwirken lässt, bis die feinsten Striche hinreichend tief sind. Man giesst alsdann die Flusssäure ab, wäscht die Platte mit Wasser, trocknet sie sorgfältig, bedeckt die genügend geätzten Stellen mit Aetzgrund und lässt auf die noch tiefer zu ätzenden von neuem Flusssäure einwirken, welches Verfahren bei folgerechter Wiederholung eine genügende Abstufung in der Tiefe der einzelnen Striche der Zeichnung erzielen lässt. Bei der vollkommenen Gleichartigkeit der Glasmasse ist ein Unterfressen, ein stärkeres Angreifen einzelner Stellen weit weniger zu fürchten, als bei Stahl und Kupfer.

Um die in dieser Weise geätzte Platte zum Drucke benutzen zu können, wird dieselbe auf einer etwas grösseren vollkommen ebenen Platte von Gusseisen, wie eine Spiegelplatte, mit Gips befestigt. Die Zeichnungen werden ausserordentlich scharf und zart wiedergegeben, allein es fehlt ihnen im allgemeinen der an Kupfer- und Stahlstichen gewohnte kräftige Ausdruck.

Die Zerbrechlichkeit solcher Platten beim Druck lässt sich, wie dies unter anderm in der k. k. Staatsdruckerei zu Wien in Anwendung gekommen*), am besten durch galvanische Vervielfältigung unschädlich machen.

Ueber das Einätzen von Photographien endlich in Glas teilt Siegwart mit *), dass man die mit einer Chromgelatineschicht überzogene und dann unter einem Positiv oder Negativ belichtete Platte**) mit feinem Flussspat oder Kryolithpulver, welches nur an den nicht belichteten und daher klebrig gebliebenen Stellen des Ueberzugs haftet, bestäuben und nach dem Ueberziehen mit Rohkollodium in verdünnte Schwefelsäure einführen solle, worauf die Aetzung an den mit dem Pulver bedeckten Stellen vor sich geht.

*) Dingler, 199. 426.

**) Ausführlicher ist die Vorbereitung und Belichtung solcher Platten besprochen in Strele-Tscheuschner „Porzellan- und Glasmalerei“, Weimar, 1883, B. F. Voigt.

Hilfsmittel mancherlei Art, in grösserer Vollkommenheit wiederaufleben zu lassen, **Fig. 390, Taf. XXXII**, nachdem die schon angedeuteten Verirrungen vergangener Jahrhunderte die schöne Kunst der Glasmalerei völlig zu Grunde gerichtet.

Gerade die hier erwähnte Vervollkommnung der Hilfsmittel, insbesondere die Fortschritte, welche der Glasmacher in der Anfertigung grösserer und reinerer Tafeln zu verzeichnen gehabt, sowie die Erweiterung der Malerpalette durch zahlreiche, glänzende Schmelzfarben sollten für die Kunst selbst verhängnisvoll werden, indem sie zu einer Nachahmung der um dieselbe Zeit üppig emporblühenden Oelmalerei verleiteten.

Eine solche Richtung' musste um so gewisser dem Verfall entgegenführen, als die Mittel, mit dem die Oelmalerei ihre vorzüglichsten Effekte erzielt, die Abstimmung der Schatten und Halbschatten, namentlich aber die Linien- und Luftperspektive auf Glasgemälde, welche der Eigenartigkeit der Durchleuchtung wegen stets in der Fläche bleiben, sich nicht übertragen lassen. Machte das Erfolglose solcher Bestrebungen das Interesse für die Kunst erlahmen, so vermehrte die mehr und mehr Platz greifende Renaissance die bunte Farbenpracht der gemalten Fenster, nach italienischem Vorgange das neuerfundene reine weisse Glas bevorzugend; die Zeit der Reformation, den Kirchenbau wenig fördernd, liess den Bedarf an Glasmalereien um so mehr zurückgehen, als die Jünger der Kunst sich um die Einführung des letzteren in Profanbauten wenig bemüht hatten. So vereinigten sich schwer wiegende Momente, den Rückgang der Kunst einzuleiten und die also geschwächte musste um so leichter in den wilden Zeiten des kriegdurchtobten XVII. Jahrhunderts völlig unterliegen.

Erst gegen den Beginn des XIX. Jahrhunderts lebt die Glasmalerkunst zuerst in Frankreich, später auch in Deutschland wieder auf. In Frankreich knüpft sich diese Wiedergeburt an die Namen Lenoir, Brongniart, Rühl, von welchen ersterer namentlich durch das Konservieren alter Glasgemälde und Zusammenbringen einer reichen Sammlung zum Studium der verlorenen Kunst auregte. Brongniart, Direktor der nationalen Porzellanmanufaktur zu Sevres, der sich jenem zuerst zuwendete, konnte sich für die alten musivischen Arbeiten nicht erwärmen; er suchte die ihm geläufige Methode der Porzellanmalerei auf das Glas zu übertragen, unterstützt in diesem Bestreben durch die enormen Fortschritte, welche inzwischen die Glasfabrikation abermals zu verzeichnen gehabt und vermöge deren ihm jetzt 1,5 bis 1,75 m hohe Tafeln von Spiegelglas als Unterlage zur Verfügung standen.

Solche Platten ersetzen nunmehr die im XVI. und XVII. Jahrhundert verwendeten aus kleinen weissen Scheiben zusammengesetzten Tafeln, das störende Blei verschwindet und der ganze Farbenreichtum der Porzellanmalerpalette entfaltet sich auf jenen in einer bisher nicht gekannten Pracht. Aber das Einbrennen dieser Malereien verursachte unendliche Schwierigkeiten, indem die grossen Platten bei der zum Fixieren der Farben erforderlichen dunkeln Rotglut sehr leicht zu Grunde gingen; und doch mussten dieselben mehrmals übermalt und dem Ofen anvertraut werden. Die hierdurch bedingte Kostbarkeit solcher Gemälde

werden. Die hierdurch bedingte Kostbarkeit solcher Gemälde,
Umstand, dass alle die zierlichen Blumen und Bouquets, die

Den eisernen Rahmen, welcher durch ebenfalls eiserne Quersträbchen gehalten wird und dem Glasgemälde die nötige Festigkeit verleiht, welche das Blei allein nicht geben würde, nennt man Armatur.

Soll ein Fenster, welches Kreuze hat, dekoriert werden, so bedürfen eine kleine Anzahl transversaler Stäbe genügen, aber bei den modernen Fenstern mit sehr breiter Oeffnung sind zur Vervollständigung der Armatur und zum Ersatz der Kreuze, vertikale oder bogenförmige Stäbe unentbehrlich.

In der Fassung der alten Gemälde bemerkt man nur geringe Verschiedenheiten; es sind starke vierkantige eiserne Stangen, etwa 1 1/2 voneinander entfernt, und zwischen jeder derselben befinden sich 2 oder 3 parallele und gleichweit voneinander abstehende Stäbe. Doch sieht man zuweilen auch Legendengemälde, in denen kunstreich geformte eiserne Stangen die Form jedes Medaillons wiedergeben.

Seitdem die Glasmalerei wieder in Aufnahme gekommen, hat es sich gut zu machen geglaubt, die ältern Armaturen durch eisernen Felder abgetheilte Rahmen zu ersetzen, in der Weise zusammengesetzt, dass Falze entstehen, von denen die Füllungen des Gemäldes genommen werden. In der Folge versuchte man, statt die Fassung auf ein System horizontaler gleichweit abstehender Linien zurückzuführen, sie in den Zügen der Zeichnung selbst sich verlieren zu lassen, wie man es sehr gewöhnlich auch bei der Bleifassung thut. Aber diese Neuerungen sind von Uebelständen verschiedener Art bezeugt, unter die man auch die Verstimmung der Gemälde zählen muss, welche bei schief einfallendem Licht durch die breiten Schatten der Armatur hervorgerufen wird.

Fassen wir das Gesagte noch einmal kurz zusammen, so ergibt sich, dass wir die Glasmalereien zunächst in zwei grosse Haupttheile teilen müssen und zwar

1) in solche, bei denen die Farben im reflektierten Licht erscheinen, wie die gemalten Verzierungen von Vasen, Gläsern, Untersätzen überhaupt von aus Glas gefertigten Gegenständen aller Art und

2) in solche, welche die Farben im durchscheinenden Lichte zeigen und bei denen man wieder unterscheidet

a) die musivische Arbeit, bei welcher ein Bild aus verschiedenfarbigen Hüttengläsern zusammengesetzt wird und da diese an sich schon die Lokalfarben enthalten, mit dem Pinsel nur kontrastirt und schattirt wird,

b) in die Tafelmalerei, bei welcher das ganze Bild mit dem Pinsel auf grosse Glastafeln gemalt wird und

c) in die kombinierte Arbeit, bei welcher beide Gattungen in demselben Bilde so miteinander vereinigt werden, dass man das Bild theils aus in der Masse gefärbten, theils aus bemalten Gläsern zusammensetzt.

Das Farbenmaterial der Glasmalerei bilden somit theils die farbigen Gläser selbst, theils die sogenannten Schmelz- oder Emailfarben, die hier zunächst das nötige gesagt werden soll.

zu schädigen, eine Kobaltstufe in einen Glashafen warf, bekannt

ieses Vorkommnis wurde Veranlassung zur fabrikmässigen Dar-
g jenes intensiv gefärbten Glases, welches in gemahlenem und
imtem Zustande als gröberes oder feineres Pulver von den so-
ten Blaufarbenwerken als blaue Farbe in den Handel gebracht
Zwecken aller Art, in der Oel-, Glas- und Porzellanmalerei, in
pferei, zum Bläuen der Wäsche oder des Zeugs, in der Papier-
ation u. s. w. in grossen Mengen verwendet wurde, bis die Er-
g des künstlichen Ultramarins gegen die Mitte unseres Jahrhun-
ihr Absatzgebiet in engere Grenzen zurückwies.

ie grösste Sorte dieser Farbe, welche man in den Handel bringt,
s Strenblau oder der Blausand; das feinere Pulver geht unter
amen Farbe, Kouleur oder Eschel, Fassoschel, Sumpf-
l. Die Eschel, Farben (Kouleurs), Blausande, werden im Handel
met mit E. C. B.; — O bedeutet ordinär, M mittel, F fein, SF
ein; daher heisst OE ordinäre Eschel, FC feine Farbe, FFFC
eine Farbe u. s. w.; die reichste und schönste Sorte wird Königs-
genannt.

ie Zusammensetzung der Schmalte ist, wie aus den nachstehen
analysen hervorgeht ziemlich verschieden.

	Norweger Schmalte höhere Kouleur	Deutsche Eschel hoch	Deutsche Kou- leur blaus, grob	Azurblau I	Azurblau II
Säure .	70,86	66,20	72,12	56,40	58,25
oxydul	6,49	6,75	1,95	16,00	6,40
oxyde	—	—	—	—	4,25
rde .	0,43	8,64	1,80	3,50	2,75
xydul	0,34	1,36	1,40	4,10	7,15
Säure .	Spur	—	0,08	Spur	deutl. Menge
yd .	—	—	—	4,70	6,10
r und					
isäure	0,57	0,92	0,46		

liernach charakterisiert sich die Schmalte als ein Glas von nicht
ehr variabler Silizierungsstufe, es zeigt dieselbe auch bedeutende
ionen in der Zusammensetzung der basischen Komponenten. Die
standsfähigkeit der weniger hoch silizierten Sorten gegen die Ein-
des Wassers kann als keine besonders grosse angesehen
n, was unzweifelhaft mit Rücksicht auf das Sammeln und den
nnen des feinen Pulvers auf die Qualität der Produkte ankommt.
denen in solchen Fällen die aus der Zersetzung des Glases her-
gangenen geringwertigeren Erzeugnisse eine hervorragende
imen, nur von ungünstiger Wirkung sein kann.

als Alkali ist fast stets Kali vorhanden, da die Kaliumsilikate
isern weit schöner ist, als in Natriumgläsern und nur in aus-
dürfte neben der Potasche auch Soda zum Schmelzen
ndet werden.

Venn man sich zur Darstellung der Schmalte das Kalk
die Operation sehr einfach; dass man hier nur nötig,

Erscheint es dem Gesagten zufolge kaum notwendig für die Zusammensetzung blauer Gläser noch irgend weitere Vorschriften zu geben, so mögen doch der Vollständigkeit wegen einige ältere und neuere folgen.

1) Blau, böhmisches Glas zu Trinkgeschirren.

- 100 kg weisser Sand oder Quarz,
- 32 „ gereinigte Pottasche,
- 12 „ an der Luft zerfallener Kalk,
- 3 „ Schmalte Nr. 4,
- 2 „ Kochsalz,
- $\frac{1}{4}$ „ weisser Arsenik,
- 100 „ blaue Glasabfälle; in Ermangelung dieser nimmt man doppelt soviel Schmalte.

2) Ein anderes Blau für dieselben Gegenstände (böhmisch).

- 100 kg Sand oder Quarz,
- 25 „ gereinigte Pottasche,
- 14 „ natürlicher geschmolzener Borax (?),
- 12 „ zerfallener Kalk,
- 5 „ Schmalte F.,
- $\frac{1}{10}$ „ Arsenik,
- 100 „ blaue Glasbrocken.

3) Himmelblau, böhmisches Scheibenglas.

- 100 kg Sand oder Quarz,
- 45 „ Pottasche,
- 36 „ Knochenasche,
- 2 „ zerfallener Kalk,
- 3 „ Schmalte,
- 5 „ Kochsalz,
- $\frac{1}{8}$ „ Arsenik,
- 100 „ blaue Glasbrocken.

Ein jedenfalls stark opakes Glas für undurchsichtige Fenster.

4) Himmelblau, Fensterglas.

- 100 kg des weissen Glassatzes Nr. 5, 6 und 7 auf Seite 325 weniger
- 10 „ Kalk,
- 3 „ Safflor FFS,
- 10 „ Knochenasche oder 1 kg Zinnoxid.

Ebenfalls, wie das vorhergehende und folgende, ein getrübbtes Glas.

5) Französisches blaues Fensterglas.

- 100 kg der vorigen Glassatzes,
- 6 „ Safflor FFS,
- 10 „ Knochenasche oder 1 kg Zinnoxid.

Dieser Satz, zum Ueberfangen angewendet, gibt die Färbung des ersten Glases Nr. 4.

Aeltere Sätze*) für violettes Glas sind:

10) Rötlich violettes Glas zu Trinkgefässen (Böhmen).

- 100 kg Sand,
- 40 „ gereinigte Pottasche,
- 13 „ zzzfallener Kalk,
- 2 „ Salpeter,
- 2 „ Mennige,
- $\frac{1}{4}$ „ Arsenik,
- 100 „ violette Glasabfälle,
- 2 „ Braunstein mit
- 4 „ gemahlenem Glase gemengt und dem Satze zugefügt.

11) Ein dunkleres Violett für Trinkgläser.

Man verdoppelt die Menge des Braunsteins im Satz Nr. 8 oder
nimmt

- 75 kg weissen Glassatz,
- 25 „ gemahlenes Glas,
- 4 „ Braunstein.

12) Violettes Fensterglas.

- 100 kg weisser Sand,
- 30 „ Soda,
- 2 „ Mennige,
- 15 „ zerfallener Kalk,
- 10 „ Braunstein,
- 100 „ gemahlenes Glas,
- 2 „ Salpeter.

Diese Ingredienzien werden vor dem Schmelzen miteinander ge-
schüttelt.

13) Veilchenblaues Fensterglas.

- 100 kg eines der weissen Glassätze Nr. 5, 6 oder 7; nach
der Entfernung der Glasgalle setzt man zu:
- 15 „ Braunstein,
- 2 „ Schmalte F,
- 4 „ Salpeter,
- 4 „ Mennige.

14) Weinrotviolettes Fensterglas.

- 100 kg von einem gemahlenen weissen Glassatze,
- 15 „ Manganoxyd, wie man es erhält, wenn man Braun-
stein mit Salpetersäure übergiesst, den Brei 8 Tage
in einem Keller stehen lässt und dann glüht,
- 3 „ Salpeter.

Der Zweck der hier angegebenen Behandlung des Braunsteins ist
namentlich unverständlich; auch ist der Farbstoffzusatz, ebenso wie in der
rigen Vorschrift entschieden zu hoch, da 5 bis 6 Prozent desselben,

*) Nach der vierten Auflage wie oben.

e Nüancierung. Auch das Kupferoxyd gibt für sich allein kein
ines Grün und wird daher in der Regel mit Eisenoxydul oder in
neinschaft mit diesem und mit Chromoxyd angewendet, welches letz-
wieder für sich allein kaum gebräuchlich ist.

Das Eisen-Kupfer-Grün wird nicht selten durch einen ganz geringen
atz von Kobaltoxyd vertieft. Da das Kupferoxyd durch die Ein-
kung reduzierender Gase sehr leicht verändert und hierdurch die
lung des später zu besprechenden Kupferrots begünstigt wird, so ist,
st unter Zusatz oxydierender Zuschläge, die Erschmelzung rein
er Kupfergläser bei freier Steinkohlenfeuerung äusserst schwierig
daher unter Umständen die Verwendung gedeckter Häfen er-
erlich.

Das Chromoxyd als solches ist sehr schwer verglasbar und liefert
schwache Färbungen. Man verwendet daher statt dessen jetzt
l ausschliesslich das gelbe und das rote chromsaure Kali an dessen
le, muss aber auch diese Salze, damit sie nicht ungelöst in die
le übergehen, äusserst fein in dem Gemenge verteilen.

Für sich erhitzt zersetzt sich das doppelchromsaure Kali in Chrom-
d und einfach chromsaures Kali; bei Gegenwart von Kieselsäure wird
dieses in Chromsäure und in ein Kalisilikat zerlegt, so dass unter
en Verhältnissen der ganze Chromsäuregehalt des Bichromats in
omoxyd verwandelt wird.

Ist die vorhandene Menge des Salzes verhältnismässig gering, so
heint das Glas durchsichtig, vollkommen homogen und grün, mit
m schwachen Stich in Gelbliche gefärbt. Ist mehr Chromsäuresalz
anden — bis zu einem gewissen Grade — so finden sich im Glase
terchen von Chromoxyd. Als den besten Satz zur Darstellung dieses,
venezianischen Aventurin, auf den wir später noch zurückkommen
len, in gewissem Sinne ähnlichen, von seinem Erfinder — Pelouze
Chromaventurin genannten Präparats gibt Pelouze selbst nachste-
le Verhältnisse an*)

Sand	250	Teile
Kohlensaures Natron	100	„
Kalkspat	50	„
Zweifach chromsaures Kali	40	„

Abgesehen von der Farbe zeigt dieses Produkt die grösste Aehn-
zeit mit dem venezianischen Aventuringlase; es lässt sich leichter
tellen als dieses und entsteht beim Einschmelzen, während das
ere sich erst beim Kühlen bildet.

Der Chromaventurin wirft an der Sonne und an hell beleuchteten
n glänzende Lichtstrahlen zurück und funkelt stark; in dieser Be-
ang soll er nur vom Diamanten übertroffen werden; er ist härter
Fensterglas, welches er mit Leichtigkeit ritzt und schneidet, beson-
aber weit härter als der venezianische Aventurin, so dass er länger
m Glanz behält und darum einen höheren Wert hat als dieser.

*) Dingler, 179. 155 nach Compt. rend. 61. 613.

Die eingeschlossenen Kristalle zeigen die grösste Aehnlichkeit mit manchen Varietäten von blättrigem Eisenglanz oder Glimmer und kann das Material mit Vorteil zu billigen Schmucksachen verarbeitet werden.

Benrath*) erhielt aber mit dem von Pelouze angegebenen Gemenge nur sehr geringe Kristallausscheidungen, die sich vermehrten, als er den Kalkspatgehalt des Satzes um 50 Prozent vermehrte. Ein paar Vasen aus diesem Material waren 1867 auf der Pariser Ausstellung zu sehen; doch scheint dasselbe wenig Verwendung gefunden zu haben.

Grünlichgelb fluoreszierend endlich ist die Farbe des Uranglases, welches letztere bei dem jetzt billig gewordenen Preise des Uranglases immer mehr Anwendung findet. Zu bemerken ist hier, dass der schöne diesem Glase eigentümliche Schimmer nur im böhmischen Kristall in höchster Vollendung sich entwickelt, während er im Bleikristall einer matten Färbung weicht. Soll das Glas deutlich grününciert ausfallen, so werden Eisen-Chrom-Kupferoxyd zugesetzt.

Nachstehende Glassätze**) mögen zur Erläuterung des Gesagten dienen:

23) Grünes Glas zu Trinkgläsern.

- 100 kg Sand,
- 30 „ Pottasche,
- 10 „ Mennige,
- 12 „ zerfallener Kalk,
- 4 „ Kupferoxyd; statt dessen kann man auch gewaschen, kalcinierten, sehr fein gepulverten Kupferhammerschlag anwenden,
- 1 „ Eisenoxyd oder Eisenhammerschlag, ebenso behandelt wie der Kupferhammerschlag.

Wenn man die aus Grünglas geblasenen Gegenstände mit einer dicken Schicht von mit einer dünnen Gummilösung angeriebenem Kiennuss überzieht und unter die Muffel bringt, so verwandelt sich die grüne Färbung in eine schöne rote (Kupferrubin).

In diesem Satze kann man, indem man die Verhältnisse der übrigen Materialien beibehält, die Pottasche durch Soda ersetzen.

24) Aquamaringrün zu Trinkgläsern (Böhmen).

- 100 kg Sand,
- 38 „ gereinigte Pottasche,

*) Glasfabrikation, 218.

**) Nr. 23 bis 31 in der vierten Auflage ohne Quellenangabe enthalten. Nr. 32 und 33 nach Bontemps, Nr. 34 nach Henrivaux a. a. O. 435. Der letztere gibt an derselben Stelle noch eine Vorschrift für grünes Glas in bedeckten Häfen, welche hier der Merkwürdigkeit wegen folgen mag:

- 100 kg Sand,
- 120 „ Mennige,
- 10 „ Natronsalpeter,
- 11 „ Kupferoxyd,
- 4 „ Eisenoxyd,
- 1,8 „ doppeltchromsaures Kali.

- 12 kg zerfallener Kalk,
- 8 „ Kupferoxyd,
- 4 „ Eisenoxyd,
- 3 „ Kochsalz,
- $\frac{1}{8}$ „ Arsenik.

Schillerndes Grün, böhmisches Glas für Trinkgläser.

- 100 kg Sand,
- 36 „ Pottasche,
- 14 „ zerfallener Kalk,
- $1\frac{1}{2}$ „ Uranoxyd,
- 1 „ Salpeter,
- $\frac{1}{8}$ „ Arsenik.

26) Chrysoprasgrün, böhmische Trinkgläser.

- 100 kg Sand,
- 40 „ Pottasche,
- 12 „ zerfallener Kalk,
- $1\frac{1}{2}$ „ Uranoxyd,
- 1 „ Kupferoxyd,
- 2 „ Salpeter,
- $\frac{1}{8}$ „ Arsenik.

27) Grün à la Pompadour zu Trinkgläsern.

- 100 kg Sand,
- 36 „ Pottasche,
- 13 „ zerfallener Kalk,
- $\frac{3}{4}$ „ Uranoxyd,
- $\frac{3}{8}$ „ Kupferoxyd,
- $\frac{3}{4}$ „ Eisenoxyd,
- $\frac{1}{5}$ „ Manganoxyd,
- $\frac{1}{8}$ „ Arsenik.

28) Blaugrünes getrübtes Fensterglas.

- 100 kg weisser Glassatz abzüglich 10 kg Kalk,
- 10 „ Knochenasche; nach dem Abschöpfen der Glasgalle setzt man noch zu
- 20 „ Kupfervitriol in Wasser gelöst und auf
- 50 „ weisses gemahlenes Glas gegossen und bei 100° C. getrocknet.

29) Grünlichgelbes getrübtes Fensterglas.

- 100 kg Sand,
- 38 „ Glaubersalz,
- 25 „ kohlensaurer Kalk (Kreide),
- 10 „ Knochenasche,
- 2 „ gemahlene Kohle oder Koks,
- 3 „ gelbes oder $1\frac{1}{2}$ kg rotes chromsaures Kali,
- 100 „ weisse Glasbrocken.

Die Lösung des chromsauren Kalis wird auf den Sand gegossen.

30) Grasgrünes Fensterglas.

Wenn der vorstehende Satz geschmolzen, fügt man ihm noch folgende getrocknete Gemenge bei:

15 kg gemahlenes Glas mit einer Auflösung von
18 „ Kupfervitriol übergossen.

31) Dunkleres getrübtes Grasgrün.

100 kg eines Glaubersalzsatzes fügt man nach Entfernen der Glasgalle das folgende wieder getrocknete Gemenge,

10 „ weisses gemahlenes Glas, übergossen mit
Auflösung von
15 „ Kupfervitriol,
3 „ Eisenvitriol,
3 „ Braunstein,
10 „ Knochenasche.

Wenn man weisses Soda- oder Kaliglas anwendet und den kohlensauren Kalk in diesem Satze durch zerfallenen Kalk ersetzt, so man die Farbstoffe gleich mit dem Satze mengen.

32) Grünlichgelbes Glas.

100 kg Sand,
30 „ Soda,
23 „ kohlensaurer Kalk,
7 „ Salpeter,
5 „ Kupferoxyd,
3 „ Eisenoxyd,
3,5 „ doppeltchromsaures Kali.

33) Gelblichgrünes Glas.

100 kg Sand,
33 „ Soda,
20 „ kohlensaurer Kalk,
7 „ Salpeter,
5 „ Kupferoxyd,
3 „ Eisenoxyd,
1,4 „ doppeltchromsaures Kali.

34) Grünes Glas für offene Häfen.

260 kg Sand,
110 „ Soda,
55 „ kohlensaurer Kalk,
120 „ Natronsalpeter,
10 „ Kupferoxyd,
1 „ doppeltchromsaures Kali.

Ebells ihre Bestätigung und die Thatsache selbst ihre Erklärung finden.

Die Genannten erkannten das Glas nicht nur als Lösungsmittel für Metalloxyde in reinem oder siliciertem Zustande, sondern auch Metalle selbst. Verschiedene Metalle aber erfordern zu ihrer Lösung im Glase verschiedene Temperaturen; das Gold z. B. löst sich nur bei höchster Weissglut in dem Glase auf, Kupfer und Blei bei guter Weissglut, während das Silber schon bei niedriger Temperatur in das Glas übergeht. Ebenso ist auch das Löslichkeitsverhältnis der Metalle zum Glase kein feststehendes, aber das Färbevermögen derselben ein ausserordentlich grosses. So erhielt Müller mit 1 Teil Gold auf 50000 Teile Glas noch guten Rubin, während 1 Teil Gold auf 100000 Teile Glas noch ein schönes Rosa gab, welches erst bei weiterer Verdünnung bis zu 1 Teil Gold auf 200000 Teile Glas verschwand. Dasselbe gilt von Kupfer, bis zur völligen Undurchsichtigkeit sich steigendes Rot für Kupfer, wohl aber weniger infolge grösserer Färbekraft desselben vielmehr wegen seiner leichteren Löslichkeit, vermöge deren grössere Mengen des Metalls in das Glas einzugehen vermögen. Endlich gilt auch für die Löslichkeit der Metalle die Natur des Glases massgebend; sie steigt mit dem Bleigehalt desselben und ist in bleifreiem Glase nicht gross genug zur Erzielung schöner Rubine.

Die in hoher Temperatur im Glase gelösten Metalle scheiden beim Erkalten des letzteren wieder aus; es geht jedoch dieser Ausscheidungsprozess in verschiedener Weise vor sich, je nachdem das Glas entweder sehr schnell erstarrt oder nur sehr allmählich, die verschiedenen Stadien der Erweichung durchlaufend, aus dem flüssigen Zustand in den festen übergeht. Ist die Erstarrung eine plötzliche, d. h. wenn die geschmolzenen Gläser durch Abschrecken in den festen Zustand übergeführt, so fehlt es den farblos im flüssigen Glase gelösten Metallen in demselben bis zur Unsichtbarkeit fein verteilten Metallmolekülen Zeit sich auszuscheiden und das Glas erstarrt in diesem Falle farblos oder doch nur infolge anderweitiger Beimengungen leicht gelblich oder grünlich gefärbt. Je allmählicher aber die Erstarrung erfolgt, um so mehr finden die Metallmoleküle Gelegenheit in mehr oder weniger grossen Konkretionen oder Kristallisationen sich auszuscheiden.

Geht die Erstarrung nur um wenig langsamer vor sich als beim Abschrecken, so sind diese Ausscheidungen in einem so äusserst fein verteilten Zustande vorhanden, dass sie weder mit dem blossen Auge noch mittels der stärksten Vergrösserungen körperlich wahrgenommen werden können; das Glas erscheint daher nach wie vor durchsichtig und farblos, nachweisbar aber ist das Vorhandensein dieser äusserst zarten Ausscheidungen durch das Licht, welches sie in der dem feinstverteilten Zustand eigenen Purpurfarbe dem Bewusstsein des Beschauers näher bringen; somit die ganze Glasmasse mehr oder weniger rot erscheinen lässt. Dieselben Ausscheidungen oder Verdichtungen des im abgeschreckten Glase selbst für das Licht nicht mehr auffindbaren Metalls erhält man, wenn man das farblos erstarrte Glas allmählich soweit erhitzt, dass jene Gruppierung der Metallmoleküle vor sich gehen kann; ja es ist praktisch leichter sein, auf diesem Wege den gewünschten Farbton zu erhalten, da man das Anwärmen, sowie Dauer und die Tem-

zontal gelagerten Platte einige sanfte, kurze Stösse zu führen, welche die gleichmässige Verteilung des Breies sehr befördern.

Die bei mässiger Temperatur getrocknete Tafel bringt man dann in die Muffel bis zur vollkommenen Entwicklung der Farbe und entfernt nach dem Erkalten den Ueberzug mit einer Bürste und Wasser. Je nach dem Silbergehalt des aufgetragenen Breies ist dann das Glas mehr oder weniger gefärbt; immer aber gehört nur eine ausserordentlich geringe Menge Silber zur Erzeugung selbst der sättesten Töne und der bei weitem grösste Teil des angewendeten Metalls, etwa 95 Prozent desselben findet sich in der abgebürsteten Masse unverändert vor, die letztere muss daher sehr sorgfältig gesammelt werden; es ist aber besser das Silber aus ihr auf irgend eine Weise, z. B. durch Auflösen mittels Salpetersäure, wenn man Silberoxyd angewendet hatte, und Versetzen der Lösung mit Kalilauge, welche das Silber wieder als Oxyd abscheidet, zurückzugewinnen, als sie ein zweites Mal zu verwenden.

Man findet oft komplizierte Vorschriften angegeben, nach welchen das Silber für die Zwecke des Lasierens vorbereitet werden soll, namentlich, wenn durch das letztere die satteren, ins Rote ziehenden Nüancen erzielt werden sollen. Auch Schwefelsilber oder eine Verbindung desselben mit Schwefelantimon, welche man durch Zusammenschmelzen von

- 1 Teil Silber,
- 2 „ Grauspiessglanzerz,
- 1 „ Schwefel,

Mahlen der erkalteten Masse und Mischen mit den oben angegebenen indifferenten Stoffen, erhält, ist vorgeschlagen worden. Es genügt indessen das reine Silberpräparat zur Erreichung des Zwecks vollkommen und nur von der relativen Menge desselben sind die resultierenden Farbetöne abhängig. Nach Graeger nimmt man für

Zitronengelb:

- 1 Teil Chlorsilber,
- 24 „ gelben Ocker.

Goldgelb:

- 1 Teil Chlorsilber,
- 18 „ gelben und braunen Ocker.

Orange:

- 1 Teil Chlorsilber,
- 12 „ braunen und roten Ocker.

Granatroth:

- 1 Teil Chlorsilber,
- 6 „ roten Ocker.

Je nach dem Silbergehalt der Schicht, die man auf das Glas aufgetragen hat, wechselt somit die Farbe, gleiche Temperatur vorausgesetzt, von Zitronengelb bis Granatroth; es soll jedoch nach Bontes

verändern würden, z. B. die Oxyde des Eisens, Chroms, der Goldpurpur u. a.

Solche Farben, deren charakteristische Färbung erst durch die Verbindung der betreffenden Oxyde mit der Kieselsäure oder dem Bleioxyde des Flussmittels hervortritt, werden mit letzterem durchgeschmolzen. Es sind dies z. B. die kobalt- oder kupferoxydhaltigen Farben. Die Bereitung dieser Farben kann dadurch vereinfacht werden, dass man die betreffenden Oxyde gleich bei der ersten Schmelzung der Bestandteile des Flusses zusetzt.

Gefrittet endlich werden solche Farben, welche nur bei einer bestimmten, nicht sehr hohen Temperatur ihre charakteristische Farbe entwickeln, für welche also, wollte man sie nur mit dem Flussmittel gemischt anwenden, die Temperatur des Einbrennens nicht genügen würde, die Farbe hervortreten zu lassen, während die letztere durch ein vollständiges Schmelzen der Farbe gänzlich verändert oder vernichtet werden würde.

a) Schwarze Schmelzfarben.

1) 2 Teile Kupferoxyd, 1 Teil Flussmittel oder leichtflüssiges Kristallglas werden gemischt.

2) Kupferoxyd, Eisenoxydul, Braunstein, von jedem gleiche Gewichtsteile werden gemischt, geglüht und mit 3 Teilen Flussmittel gemischt.

3) 2 Teile Kobaltoxyd, 3 Teile Eisenfeile; man löst jedes für sich in Salzsäure auf, das Kobaltoxyd in der Wärme, das Eisen kalt, verdünnt mit viel Wasser, giesst die Flüssigkeiten untereinander, filtriert und schlägt mit kohlen saurem Kali oder Natron nieder; man wäscht den Niederschlag aus, trocknet und glüht, und vermischt ihn mit 5 Teilen vom Fluss Nr. 1.

4) 1 Teil Kobaltoxyd, 1 Teil Braunstein, 1 Teil Kupferoxydul. Die gepulverten und innig gemengten Substanzen werden eine Stunde lang geglüht und nach dem Erkalten mit 4 Teilen gemahlenem Bleikristall zusammengeschmolzen; man giesst den Inhalt des Tiegels in kaltes Wasser und zerreibt die erstarrte Masse zu einem feinen Pulver.

Man kann die vorstehenden Gemenge, je nachdem man ins Blaue, Braune, Grüne oder Violett sich ziehendes Schwarz darstellen will, auf mannichfaltigste abändern. Wenn man diese Farben mit der drei- oder vierfachen Menge Glas versetzt, so erhält man Grau.

b) Weiße Schmelzfarben.

5) Email weiss. 2 Teile undurchsichtiges weisses Glas werden mit 1 Teil Mennige zusammengeschmolzen, in Wasser abgeschreckt und zerrieben.

6) 1 Teil Knochenasche, 2 Teile Mennige, 4 bis 8 Teile weisses Glas; geschmolzen, geschreckt und zerrieben.

7) 1 Teil Zinnoxid, 2 bis 6 Teile Fluss werden zerrieben, gemengt und in dünnen Schichten aufgetragen.

felbalsam, den man durch längeres Kochen von 50 g teilweise ver-
ten Terpentinöls mit 10 g Schwefel bereitete, zuzügt und alles in
zusammenreibt, wobei sich Schwefelgold bildet, welches in dem Bal
sich auflöst, während gleichzeitig Salzsäure entweicht. Wenn die
tere nach etwa 24 stündigem Stehen gänzlich verdunstet ist, fügt
dem Präparate auf 2 Teile darin enthaltenen Goldes 1 Teil basisch
salpetersaures Wismutoxyd zu, verreibt es damit aufs innigste
lässt es durch Absetzen sich klären, welches letztere man durch
dünnung mit einem gleichen Volumen Schwefelkohlenstoff beför-
den man nach der Klärung an einem temperierten Orte soweit
dunsten lässt, bis die Masse dünne Sirupskonsistenz erlangt hat. G
silber und Glanzplatin werden in ähnlicher Weise durch Kombin-
der betreffenden salpetersaure Salze, resp. Chlorverbindungen mit
vandelöl erhalten.

Die Metalllusterfarben sind ähnliche Präparate mit weit ger-
rem Metallgehalt aber mit einem starken Prozentsatz eines Flussmi-
sie erzeugen demnach auf den Dekorationsobjekten eine sehr
Schicht durchsichtigen Glases, welche, durch minimale Mengen
eines Metalls gefärbt, im durchscheinenden Lichte kaum bemerkbar
im reflektierten aber die oben erwähnten Regenbogenfarben
Brianchon, der Erfinder dieser Lusterfarben, schmilzt behufs
Darstellung 30 Teile Kolophonium und 75 Teile Lavendelöl oder T-
tinöl mit 10 Teilen basisch salpetersaurem Wismutoxyd auf dem
bade unter fortwährendem Rühren zusammen. Durch Vermis-
dieses Flusses mit den Glanzmetallen ähnlichen Lösungen fett-
Oxyde des Platins, Silbers, Palladiums, Iridiums, Antimons,
Urans, Zinks, Kobalts, Chroms, Kupfers, Eisens, Mangans, Goldes u.
in Lavendelöl erhält man die eigentlichen Luster, unter denen n-
lich der mit Gold erzeugte sehr reiche Färbungen mit Perlmutte
liefert. So erhält man beispielsweise aus

5	Teilen	Glaugold	auf	1	Teil	Fluss	goldig-kupferfarbene	Refle
2	„	„	„	1	„	„	reines Rosarot,	
1	„	„	„	2	„	„	goldiges Blauviolett,	
1	„	„	„	4	„	„	schönes helles Blau.	

Durch Zusatz des für sich allein gelbe Irisfarbe liefernden
präparats lässt sich das letztgenannte Blau in allen Nüancen von
grau bis Gelblichgrün erhalten.

Die Farben und Flüsse müssen äusserst fein gestossen und ge-
len werden, wozu in der Regel Mühlen aus Porzellan oder Glas
welche beispielsweise entweder wie **Fig. 394 a** und **b**, **Taf. XXX**
Handbetrieb oder wie **Fig. 395**, **Taf. XXXII**, für mechanischen
eingerrichtet sind, *a* ist ein cylindrisches Gefäss, dessen Boden
der Mitte *c* etwas erhebt, wodurch er sich zu einer kreisförmigen
gestaltet, in welcher sich der Läufer bewegt. Der letztere ist ei-
ler Cylinder von Glas oder Porzellan, welcher über die Bodense-
vorsteht. Der obere Teil des Läufers ist eben und hat 3 Vertie-
in welchen die Ansatzstifte eines mit Blei beschwerten Holzdecke-
gelassen sind. Der Antrieb des Läufers geschieht entweder dur

alle Details über dieselben fehlen, so wird man vielleicht nicht Unrecht lediglich emaillierte Röhren in ihnen zu erkennen haben. Will aber wäre hier noch des Ersatzes der früher durch Einwalzen des Glases in einfache Randformen hergestellten Dachziegel (Ochsenzungen, Bieberschwänze) durch aus Glas gepresste Dachfalzziegel zu gedenken, während die von Hamilton-Lindsag, sowie von Siemens angestellten Versuche, selbst Eisenbahnschwellen aus Glas zu giessen, in das im folgenden Kapitel zu besprechende Hartglas einzureihen sind und über die hierher gehörenden weitschichtigen Projekte Leuffgens bereits an einem andern Orte berichtet worden ist.

Es erübrigt daher nur, der Herstellungsweise jener ihres Materials wegen weniger, als mit Rücksicht auf ihren Zweck, den optischen Gläsern zuzuzählenden grossen Ringe zu gedenken, welche, gefertigt hauptsächlich in St. Gobain, zur Kombination der Fresnelschen Leuchtturmapparate dienen.

Die mächtigen Linsen der letzteren werden bekanntlich nicht aus einem Stück hergestellt, sondern aus einer zentralen plankonveren Linse L , Fig. 409, Taf. XXXIII, und einer Anzahl plankonvexer Ringe r , r' , r'' , r''' u. s. w., deren Konvexität so berechnet ist, dass die auf einer Grundplatte P befestigte Kombination einen gemeinschaftlichen Brennpunkt F hat, zusammengesetzt.

In St. Gobain wird ein Glas von folgender Zusammensetzung^{*)}

Kieselsäure	72,1
Natron	12,2
Kalk	15,7
Thonerde und Eisenoxyd .	Spuren
	<hr/> 100,0

mittels kupferner Schöpfkellen in eiserne Formen gegossen, in denen es langsam erkaltet. Die Stücke sind ziemlich frei von Knoten und Blasen, aber, da das Glas nicht gerührt wird, nicht ohne Streifen. Die Farbe des Glases selbst zieht leicht ins Grünliche und sein hoher Gehalt an Kieselsäure und Kalk macht es äusserst widerstandsfähig gegen die Einflüsse der Atmosphären. Aufgekittet auf den horizontalen, um eine vertikale Achse sich drehenden Tisch der Schleifbank, erhalten die einzelnen Stücke durch Schleifen und Polieren ihre Vollendung.

^{*)} Henrivaux, a. a. O. 388.

7. 1 Teil Kalcine aus gleichen Teilen Blei und Zinn,
1 „ Sand,
2 „ Pottasche.
8. 10 Teile Blei,
3 „ Zinn,
10 „ Sand,
2 „ Pottasche,
0,01 „ Braunstein.
9. 10 Teile Blei,
4 „ Zinn,
10 „ Sand,
2 „ Soda.
10. 10 Teile Kalcine (aus 5 Blei und 1 Zinn),
5 „ Sand,
4 „ Pottasche.

Die Zahl der bekannt gewordenen Vorschriften zur Darstellung von weissem Email ist noch weit grösser als hier aufgeführt, und fast jeder Künstler hat seine eigenen; und es mag nur noch bemerkt sein, dass man, nach Clonnet, statt des bleihaltigen Zinnoxys auch schweisstreibendes Antimon, d. h. ein Gemenge von schwefelsaurem und antimon- und antimonigsaurem Kali anwenden kann, zu welchem Ende der Genannte folgende Vorschrift gibt. 800 Teile gepulvertes weisses Glas, 100 Teile Borax, 25 Teile Salpeter, 100 Teile des Antimonpräparats.

Zur Darstellung eines rein weissen und fleckenlosen Emails gehören durchaus reine, namentlich eisenoxydfreie Materialien. Zuweilen frittet man zuvor die alkalischen Flussmittel mit dem Sande. Die gehörig fein gepulverten und sorgfältig miteinander gemengten Materialien werden in einen Porzellantiegel gethan, bei starkem rauchfreiem Feuer geschmolzen, dann in Wasser abgeschreckt, gepulvert und nochmals geschmolzen; häufig wiederholt man diese Operationen noch ein und selbst mehrere Male.

Um sowohl das durchsichtige wie das undurchsichtige Email zu färben, hat man nur nötig dasselbe mit einer angemessenen Menge der färbenden Oxyde zusammenzuschmelzen. Auf Gold eignen sich diejenigen Emailen, deren Zusammensetzung oben angegeben ist; will man sie aber auf Kupfer oder Silber anwenden, so muss ihre Schmelzbarkeit durch Zusatz von 10 Prozent ihres Gewichts Borax vermehrt werden, wie man überhaupt die Schmelzbarkeit durch Borax erhöhen kann.

Folgendes sind Beispiele von der Zusammensetzung farbiger Emailen, wie man sie mittels des einen oder andern der oben angeführten Sätze erhält.

Blaues Email.

- 10 Teile durchsichtiges oder undurchsichtiges Email,
1 „ Kobaltoxyd.

Grünes Email.

- 6 Teile oder 10 Teile Email wie oben und
1—2 Teile Chromoxyd oder 1 „ Kupferoxyd.

Violettes Email.

10 Teile Email wie oben,
1 „ Manganoxyd.

Purpuremaille.

10 Teile weisses Emaille,
1 „ Goldpurpur.

Die Neigung dieses Satzes, einen violetten Ton anzunehmen, verändert man durch Boraxzusatz.

Schwarzes Email.

10 Teile durchsichtiges Email,
1 „ Kupferoxyd,
1 „ Kobaltoxyd,
1 „ Manganoxyd.

Emaillen von Paris und Ami.

Der diesen Emaillen zur Basis dienende Kristall besteht aus:

184 g weisser Sand,
153 „ Mennige,
75 „ Pottasche, gereinigte,
12 dg Manganoxyd,
43 „ Arsen.

Rotes durchsichtiges Email.

30 g Kristall,
4 „ Borax,
64 cg Goldpurpur.

Blaues durchsichtiges Email.

34 g Kristall,
4 „ Borax,
4 „ Kobaltoxyd.

Blaues undurchsichtiges Email.

30 g Kristall,
4 „ weissgebrannte Knochen,
4 „ Borax,
4 „ Kobaltoxyd,
2 „ weisser Arsenik.

Weisses Email.

30 g Kristall,
6 „ Borax,
6 „ Zinnoxid, .
2 „ weisser Arsenik.

Violettes Email.

30 g Kristall,
4 „ Borax,
4 „ Manganoxyd,
1,3 „ Kobaltoxyd.

Schüsseln, Compotieren, Untertassen u. s. w. wird es zu schwierig Innere, oder Teile desselben, welche man weiss erhalten will, vor Eindringen der farbigen Glasur zu schützen. Man muss sich dann Reservagen bedienen, d. h. die Stellen, die weiss bleiben sollen einer fettigen oder harzigen Substanz überziehen. Flüssige, fettdringen ungleich in den verglühten Körper ein, treten über die turen aus und erlauben keine scharfe Begrenzung. Besser ist gesch zener Talg, welcher alsbald nach dem Auftragen erstarrt; am mässigsten jedoch erweist sich *) eine starke Auflösung von Schellak Weingeist, welche nach Verflüchtigung des letzteren, den Scherben nur sehr gut vor Aufsaugen des Wassers, also auch vor Aufnahme Glasur schützt, sondern auch erlaubt, die etwa in Tropfen darauf ha gebliebene Glasur mit einem nassen Schwamme wegzunehmen oder dem Trocknen mit einer Bürste abzubürsten.

Um diese Reservage zu entfernen, muss dieselbe im Verglü ausgebrannt werden. Dadurch bekommt der erste Glasurüberzug zugleich soviel Zusammenhang, dass man nun diesen reservieren das Stück in die weisse Glasur eintauchen kann.

Es ist selbstverständlich, dass auf diese Weise nicht nur Flächen, sondern auch einzelne Partien derselben in beliebigen Um ausgespart werden können; auch empfiehlt es sich aus nahelieg Gründen, die am meisten in die Augen fallenden Teile bei Tellern sen u. dergl. flachen Gegenständen, also das Innere, bei andern St die äussere Oberfläche, zuerst mit der Glasur zu versehen.

Feinere Dekorationen sind auf diese Weise höchst schwierig zuführen und man wird solche zweckmässiger unter die Glasur auf Scherben malen.

Emailmalerei.

Das Malen auf Email hat viel Aehnlichkeit mit dem Mal Glas; bei diesem ist es durchfallendes, bei jenem reflektirtes welches die Wirkungen hervorbringt. Für beide Zwecke bedienen sich verglasbarer Farben, doch müssen die auf Email bestimmten leichtflüssiger sein als die, welche in der Glasmalerei angew werden.

Die färbenden Substanzen werden bald nur mit dem Fluss geh bald durch Schmelzen mit diesem verbunden. Das Auftragen d Dicköl angeriebenen Farben geschieht wie in der Miniatur- und Aq malerei, mit dem Pinsel.

Der Ton einer Farbe wird in dem Masse, als man die Men Flusses vermehrt, heller; der Fluss vertritt also die Stelle des W in der Pastellmalerei.

Die zu leicht schmelzbaren Farben zeigen sich nach dem Ve von einer Einfassung umgeben, die von einem höheren Rande Mitte gebildet wird; bei Anwendung derartiger Farben ist m Gefahr ausgesetzt, dass die nebeneinander liegenden Farben inei fließen. Diejenigen, die nach dem Brennen matt geblieben sin

*) Strele, Porzellanfabrikation.

schung mit Kobalt-, Eisen- und Zinkoxyd weit schönere grüne darstellen kann. Ueber die Darstellung des Chromoxyds vergleiche das Grün Nr. 19 für Glasmalerei.

23) Grasgrün. 1 Teil Chromoxyd und 2 Teile Fluss Nr. 1 mengt.

24) Dunkelgrün. Von einem Gemisch aus 2 Teilen Chromoxyd, 1 Teil Kobaltoxyd, 1 Teil Zinkoxyd oder Thonerdehydrat bereitet unter Nr. 19 des Glasmalergrün angegeben, wird 1 Teil Oxydgrün mit 2 Teilen Flussmittel Nr. 1 zusammengerieben.

25) Bläulichgrün. 3 Teile Chromoxyd, 1 Teil kohlensaures Kobaltoxydul, präpariert wie oben und gemischt mit 8 Teilen Flussmittel Nr. 1.

26) Blaugrün. 2 Teile Chromoxyd, 1 Teil Kobaltoxyd, bereitet wie oben und gemischt mit 6 Teilen Flussmittel Nr. 1.

27) Schwarzgrün. 4 Teile Chromoxyd, 2 Teile Kobaltoxyd, 3 Teile Eisenoxydhydrat, präpariert wie oben und gemischt mit 10 Teilen Flussmittel Nr. 1.

VII. Weisse Farben.

Die weissen Farben finden in der Emailmalerei nur geringe Anwendung, da bei dem gewöhnlich vorhandenen weissen Grunde Partien ausgespart und selbst Lichter mit Leichtigkeit ausgehoben werden können. Ihrer Natur nach sind die weissen Farben selbst leichtflüssige weissopake Emails, erhalten durch Verschmelzen mit Bleioxyds mit Sand zu einem Glase, z. B.:

28) Weiss. 15 Teile Kalcine aus 5 Blei und 3 Zinn, 10 Mennige, 10 Teile Sand, 2 Teile Salpeter.

29) Weiss. 35 Teile Kalcine aus 2 Blei und 1 Zinn, 10 Mennige, 10 Teile Sand, 4 Teile Salpeter.

30) Weiss. 20 Teile Kalcine aus 2 Blei und 1 Zinn, 10 Mennige, 5 Teile Sand, 3 Teile Salpeter.

Ebenso erhielten die Genannten Kristalle von Thonerde gleichzeitig mit solchen von Thonerdesilikat oder eines Doppelsilikats von Thonerde und Baryt, durch Schmelzen eines Gemisches von Kieselsäure mit Fluoraminium oder von Thonerde mit Fluorbaryum. Diese Versuche wurden mit Quantitäten von 20 bis 30 kg der betreffenden Substanzen gestellt und dauerte die Erhitzung ohne Unterbrechung 20 Tage lang.

Die bisher erhaltenen Kristalle bilden in der Regel zusammengesetzte Massen kleiner Individuen, welche letztere ihres blätterigen Aufbaues wegen beim Schleifen keinen Glanz erhalten, daher als Schmuckstein nicht zu verwenden sind; indessen hat man sich derselben mehr als Lagersteine für Uhren bedient.

In den Handel kommt das Wasserglas gewöhnlich als eine gelb-
etwas opalisierende, sirupartige Flüssigkeit von 1,35 bis 1,37
Gewicht mit einem Gehalt von 52 bis 53 Prozent wasserfreiem
erglase.

Anwendung findet dasselbe in der Stereochromie zur Bindung der
en, in der Baukunst zu gleichem Zwecke, zur Trockenlegung feuch-
lauern, zur Herstellung dichten Putzes und hydraulischer Mörtel,
fabrikation künstlicher Steinmassen, zum Schutze des Holzes und
ewebe gegen Feuer, in der Druckerei als Fixierungsmittel für ge-
Farben an Stelle des teuren Albumins, als Ersatzmittel oder Fül-
material für Seife u. s. w.*)

Vergl. Fr. Kuhlmann - Hertel, die Anwendung des Wasserglases.
ar, B. F. Voigt.

Aufwärmeofen 176.
Aufzug 222.
Augen, künstliche 475.
Auslauföfen 408.
Ausschöpfen des Glases 307.
Aventurin 59. 475. 539. 541.

B.

Bänke 232. 239.
Bankplatten 178.
Barberinivase 4. 485.
Barilla 90.
Barometer 483.
Baroqueperlen 472.
Baryt als Schmelzmittel 103.
Barytglas 332. 366. 587.
Baryt, kieselsaurer 23.
Basalt als Schmelzmaterial 110.
Bassin 238.
Becherfabrikation 352.
Beinglas 545.
Belegen der Spiegel 440.
Bergkristall 72.
Bergmehl 83.
Beschicken des Herdes 243.
Biberschwänze 590.
Bilbern 304.
Bilddruck, mosaizierter 576.
Bimstein als Schmelzmaterial 109.
Bindevermögen der Thone 143.
Bläschen im Glase 306. 310.
Blanc fix 106.
Blankwerden des Glases 305.
Blasen, das, des Glases 304.
Blaue Emailfarben 627.
Blaue Schmelzfarben 561.
Blaues Glas 520.
Blei, Bleiglätte 104.
Bleikristall 13.
Bleioxyd 104.
 — chromsaures 121.
 — kieselsaures 20.
 — schwefelsaures 105.
Blindwerden, das, des Glases 61.
Blumen, gläserne 475.
Blutglas 534.
Bodenfeuchtigkeit, Einfluss auf das Glas 60.
Böhmischer Kristall 31. 328.
Bogardusmühle 145.

Bologneser Flaschen 56.
Bor, Borax 106.
Bordeauxflaschen 122.
Braune Schmelzfarben 571.
Braunkohlen 186. 193. 194.
Braunstein 119.
Brennmaterialien, Definition der 184.
 — Eigenschaften der 187.
 — chem. Zusammensetzung d. 189.
 — Schichthöhe der, auf dem Rost 242.
 — — der, im Generator 281.
 — Trockenanlagen für 286. 292.
Briefbeschwerer 380.
Brillantschnitt 489.
Brocken 113.
Bruchglas 113.
Bruchwiderstände 58.
Bülwern 304.
Buntbecherfabrikation 355.
Butzenscheibchen 385. 511.

C.

Cassiusscher Goldpurpur 118. 536. 565.
Chambrage 245.
Chilispeter 126.
Chlorgold 118.
Chlornatrium 97.
Chlorsilber 118.
Cölestin 103.
Colombins 166.
Chromaventurin 121. 527.
Chromoxyd 120.
Chromsaures Bleioxyd 121. 527.
Chromsaures Kali 121. 527.
 — — Wirkung auf Bleisilikate 66.
Chrysoberyll 642.
Chrysopras 637.
Cymophan 642.

D.

Dachfalzziegel 590.
Damaszenergläser 488.
Dampfstrahlgebläse 239.
Devitrifiziertes Glas 47.
Diamant, Glasschneiden mit 409.
Diamantgravierung 488.
Diatreta 4. 485.
Dicköl 574.
Dinasteine 150.

Kieselsäure, pyrometrischer Wert der 136.
 Kieselschiefer 72.
 Kieselsinter 81.
 Kieserit 96.
 Klarschliff 425. 430.
 Knetmaschine für Thone 160.
 Knochen, gebrannte 102.
 Knoten im Glase 309.
 Kobaltoxyd 116.
 — Entfärbemittel 123.
 Kobaltsafflor 117.
 Kochsalz 97.
 Kölbchen 55. 468.
 Königsblau 521.
 Kohle als Reduktionsmittel 97. 104.
 Kohlenklein, Verwendung von, im Generator 268.
 Kohlenmagazin 220.
 Kohlenoxydgas 189.
 Kohlensäure, Wirkung der, auf Glas 63.
 — Dissociation der 210.
 Kohlenstoffs, Vergasungswärme des 200.
 Kohlenwasserstoffgas 201.
 Koks 194.
 Kolben 352. 468.
 Kompositions Brenner 537.
 Kondensator 260.
 Kontor 221.
 Korallenimitation 473.
 Korrosion des Glases durch Fluorwasserstoffsäure 65.
 — des Glases durch Salzsäure 61.
 Korund 641.
 Kouleur 521.
 Krätziges Glas 311.
 Kristalle im amorphen Glase 50.
 Kristallglas, Analysen von 28. 32.
 Kristallglas, böhmisches 27. 31. 328.
 — mit Bleioxyd 28. 32. 308. 330. 363.
 Kristallglases, Geschichte des 13.
 Kristallglasfabrikation 365.
 Krösel 411. 438.
 Krone 368. 408.
 Kronglas 368. 371.
 Kryolithglas 548.
 — h/öfen, englische 362.

Kühlöfen, für Gusspiegel 420.
 — für Hohlglas 361.
 — für Tafelglas, siehe Strecköfen
 — Grösse der 220.
 — von Eppstein 362.
 — von Hirsch und Hirche 363.
 — von Schön 363.
 — von Siemens 363.
 Kunkelgläser 535.
 Kunstgelb der Alten 555.
 Kuppe 232. 247.

L.

Läuterung 55. 304. 305.
 Lager, Strecken auf dem 394.
 Lampencylinder 359.
 Lapis lazuli 604.
 Lasieren 118. 502. 553.
 Lasurstein 604.
 Latticinio 375. 377.
 Laugen, kaustische, Wirkung auf Glas 65.
 Lava 111.
 Leuchturnapparat 590.
 Lichtdruck 577.
 Lichts, Absorption des, durch Glas 67.
 — Wirkung des, auf Glas 66.
 Linsen, optische 368. 371.
 Lithiumglas 368.
 Lünetten 233.
 Lüsterfarben 557. 572.
 Luftessen 245.
 Lufterhitzer der Rekuperativöfen 286.

M.

Madeiraflaschen, Farbe der 122.
 Magerungsmittel 147.
 Magisterium Bismuthi 573.
 Magnesia, kieselsaure 19.
 Magnesiasteine, feuerfeste 150.
 Mahlgänge 79.
 Malerateliers, Glas für 66.
 Manganoxydul, Färbung des Glases durch 22. 120.
 — kieselsaures 22.
 Mantel des Schmelzofens 252.
 Marbel 343. 345.
 Markasitperlen 473.

Weisse Schmelzfarben 560.
Weissem Glas, Analysen von 27. 29.
Weisses Email 605.
Wellen im Glase 311.
Wertbestimmung, pyrometrische 140.
Widerstandsfähigkeit 45.
Willkommen 512.
Winden im Glase 309. 310.
Winkelmaass 348.
Witherit 103.
Würmer an Spiegeln 443.

Y.

Ypsilon 419.

Z.

Zaffer 17.
Zangen, Flaschenhals- 346.

Zangenwagen 296. 417.
Ziehbank 470.
Ziehhaken 407.
Zink 106.
Zinkoxyd als Entfärbemittel 124.
— als Schmelzmaterial 23. 106.
— kieselsaures 23.
Zinkoxydhaltiges Glas 106.
Zinnamalgamspiegel 441.
Zinnoxid 119.
Zirkon 642.
Zisterne 225.
Zuckerschale, Anfertigung einer 354.
Zuglöcher 240.
Zusammenschmelzen von Glasröhren 467.
Zwischenwand, luftgekühlte, für Glaswannen 274.

Berichtigungen.

Seite	5	Zeile	18 v. o. l.	Wilden st. wilden.
„	57	„	14 v. o. l.	Hanfwerk st. Hanfwerk.
„	95	„	12 v. o. l.	(Glaubersalz, Sulfat) st. (Glaubersalz-Sulfat).
„	236	„	8 v. u. l.	<i>dd</i> st. <i>ee</i> .
„	264	„	9 v. u. l.	den Rosten st. die Roste.
„	268	„	3 und 20 v. o. l.	Fig. 127, Taf. XIV st. Taf. XV.
„	280	„	6 v. o. l.	Einrichtungen st. Einrichtung.
„	280	„	16 v. o. l.	denen st. dem.
„	287	„	21 v. u. l.	Boden- oder st. Boden oder.
„	316	„	4 v. u. l.	$3 \left(\frac{x^2}{y} + y \right)$ st. $3 \frac{x}{y} (x + y)$.
„	326	„	1 v. u. l.	Encyclopédie . . . „Glaces“ st. Encyclopédie . . „Glases“.
„	347	„	5 v. u. l.	Boden st. Roden.
„	347	„	9 v. u. l.	Einstich st. Einstrich.
„	351	„	9 v. o. l.	Robinet st. Robinef.
„	371	„	11 und 12 v. u. l.	mm st. cm.
„	380	„	24 v. o. l.	Fig. 246 st. 259.
„	398	„	9 v. o. l.	grösserem st. vierfachem.
„	409	„	10 v. o. l.	Auflehnöfen st. Auflehröfen.
„	414	„	14 v. u. l.	der Knagge st. die Knagge.
„	418	„	12 v. u. l.	vorausgingen st. vorausging.
„	475	„	16 v. u. l.	Fig. 362 st. 361.
„	531	„	10 v. u. l.	Neri st. Nari.
„	533	„	17 v. u. l.	Farbe st. Garbe.

Dr. E. Tschuschner,
Ingenieur,

**Bureau für technische Konsultationen und Patent-
angelegenheiten.**

Weimar, Watzdorfplatz 2.

**Gutachten, Ratschläge, Besorgung einzelner Maschinen und Apparate,
sowie ganzer gewerblicher Anlagen aller Art etc.**

Dürrenbacher Hütte,

Weimar, Tiefurter Weg 1.

(Besitzer: Dr. E. Tschuschner).

Liefert

**Metalloxyde, farbige Glasuren, Unterglasurfarben, Schmelzfarben für
Porzellan, Steingut und Glas, Flüsse, weisse und farbige Emails,
Polier- und Glanzmetalle, Lüsterfarben, Fluorwasserstoffsäure und
Fluormetalle zum Blank- und Mattätzen, Salze zur Erzeugung iri-
sierender Gläser, Kryolith, Rohmaterialien u. s. w.**

**Legierungen für Metallpyrometer, Apparate zur Gasanalyse und
Wertbestimmung der Pottasche, der Soda und des Braunsteins etc.**
